

DIEGO ARRUDA HUGGINS DE SÁ LEITÃO

**DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA NEMATOFUNA,
ATRIBUTOS EDÁFICOS E CRESCIMENTO DE GOIABEIRAS
SOB MANEJO COM TORTA DE NIM**

**Recife – PE
Fevereiro, 2015**

DIEGO ARRUDA HUGGINS DE SÁ LEITÃO

**DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA NEMATOFUNA,
ATRIBUTOS EDÁFICOS E CRESCIMENTO DE GOIABEIRAS
SOB MANEJO COM TORTA DE NIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola na Área de Concentração em Engenharia de Água e Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof^a. Dr^a. Elvira Maria Régis Pedrosa – Orientadora

Prof^o. Dr^a. Andrea Chaves – Co-orientadora

Recife – PE
Fevereiro, 2015

Ficha catalográfica

L533d Leitão, Diego Arruda Huggins de Sá
Dinâmica espaço-temporal da nematofauna, atributos edáficos e crescimento de goiabeiras sob manejo com torta de nim / Diego Arruda Huggins de Sá Leitão. – Recife, 2015. 204 f. : il.

Orientadora: Elvira Maria Régis Pedrosa.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Recife, 2015.
Referências.

1. *Azadirachta indica* 2. *Psidium guajava* 3. Qualidade do solo 4. Bioindicadores 5. Carbono orgânico 6. Agricultura de precisão I. Pedrosa, Elvira Maria Régis, orientadora II. Título

CDD 631

DIEGO ARRUDA HUGGINS DE SÁ LEITÃO

**DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA NEMATOFUNA,
ATRIBUTOS EDÁFICOS E CRESCIMENTO DE GOIABEIRAS
SOB MANEJO COM TORTA DE NIM**

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em 24/02/2015

ORIENTADORA:

Prof^a. Dr^a. Elvira Maria Régis Pedrosa (UFRPE)

EXAMINADORES:

Prof^a. Dr^a. Andrea Chaves (UFRPE)

Prof^o. Dr. Abelardo Antônio de Assunção Montenegro (UFRPE)

Prof^o. Dr. André Morgado Esteves (UFPE)

Recife - PE
Fevereiro, 2015

“Um homem pode morrer, lutar, falhar, até mesmo ser esquecido, mas sua idéia pode modificar o mundo mesmo tendo passado 400 anos.”

V de Vingança

Aos meus pais, **Christiane Arruda Vasconcelos e Bruno Huggins de Sá Leitão**, aos meus irmãos **Danielle, Giovanni e Júlia**, ao meu sobrinho **Vinícius**, pelo amor, conselhos, apoio e dedicação em todos os momentos da minha vida, contribuindo para minha formação.

DEDICO

Aos meus avós **Cícero (*in memoriam*)**, **Georgina, Lucilo e Maria da Glória (*in memoriam*)**, pelos ensinamentos, amor, carinho, incentivo e confiança em toda minha vida.

Aos meus tios **Cristina, Robson e Jefferson**, pela amizade, apoio e incentivo, sempre apoiando minhas decisões.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a **Deus** pela minha vida, por estar comigo em todos os momentos e permitir mais uma vitória em minha vida, e por renovar a minha fé todos os dias;

À **Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)**, através do **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**, pela oportunidade de cursar o Mestrado;

À **Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE)**, pela concessão da bolsa de estudos, e ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)** pelos recursos financeiros.

A minha orientadora **Prof^a. Dr^a. Elvira Maria Régis Pedrosa** pela estar sempre presente, bem como pela paciência, amizade, conselhos, atenção e compreensão, a minha sincera admiração;

À **Prof^a Dr^a Andrea Chaves** pela co-orientação, incentivos e conselhos, a minha gratidão;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em especial ao **Prof^o. Dr^o. Abelardo A. A. Montenegro**, pelos conselhos e apoio no desenvolvimento deste trabalho;

À **Usina Cruangi**, representada pelo Sr. Bruno Chaves, que disponibilizou a torta de nim para a realização do experimento;

A minha **família** pelo incentivo e apoio em todos os momentos, especialmente a minha mãe Christiane, meu pai Bruno, meus irmãos Danielle, Giovanni e Júlia, meus avós Cícero (*in memoriam*), Georgina, Lucilo e Maria da Glória, meus tios Cristina, Robson e Jefferson e a todos os primos, vocês são minha vida;

A minha namorada **Ana Karina Oliveira** pelo apoio, amor, carinho, cuidado, ajuda, incentivo, por todos os momentos felizes e difíceis, por toda cumplicidade desde a graduação. Devo muito desse trabalho a você, Te Amo;

A **Douglas Castro** por toda essa jornada juntos, pela força, todos os momentos em campo e no laboratório, por toda amizade e apoio;

A **Thais Fernanda, Mércia Cardoso e Lílian Guimarães**, por todos os ensinamentos, conselhos, amizade, apoio, companheirismo, momentos alegres e triste, vocês me ajudaram muito a crescer;

Aos **amigos** da graduação Tatiane Lafayette, Andréa Nunes, Alan César, Rafael Lacerda, Francisco Neto, Fernando Junior, Leandro Neri, Lucas Chagas, Marylis Pereira, Raisia Prota, Robson Salustiano, Tobias Neto, Elson Queiroz, por me ajudarem a crescer pessoal e profissionalmente, por toda força, amizade e momentos compartilhados;

Aos **amigos/irmãos** que sempre me apoiaram, especialmente Danielle Mendes, Mariana Melo, William Pereira, Juliana Lins, Camila Mariz, Priscilla Lacerda, Andrea Oliveira, Júlio Abreu e Têssio Lira, por todo carinho, amor e companheirismo;

A **todos do Laboratório de Fitonematologia**, especialmente a Sandra Maranhão, Patrícia Ângelo, Marcela Andrade, Mariana David, Matheus Silva, Lílian Palhares, Hugo Bentzen, Natália Ribeiro, Jefferson Serpa, Larissa Caixeta, Matheus Quintela, Daniela Salgues, Virgínia Mendonça, Anailda Souza, Cícero Costa, Bárbara Pereira, Carmem Mareco, Mônica Freitas, Maurício Estolano, pelo apoio, companheirismo, momentos de descontração e ajuda nessa pesquisa;

A todos dos Laboratórios de Química do Solo e de Mecânica dos Solos e Resíduos, especialmente a Professora Maria Betânia Freire e o Professor Mário Rolim pela disponibilidade do espaço físico e equipamentos, bem como aos conselhos e ajuda quando precisei.

A todos os **amigos da UFRPE e Pós-graduação em Engenharia Agrícola**, em especial a Robertson Fontes, Carlyne Andrade, Thaisa Carneiro, Natália Cavalcante, Francisco Junior, Vilma Lima, Jucicléia Soares, Uilka Tavares, Adriana Guedes, Núbia Meirelly, Célia Silva, Wanderson Oliveira, Diógenes Nascimento, Roberto Chaves, Aninha Villar, Marcelo Schueler, José Swami, pelo incentivo, apoio, amizade, companheirismo e colaboração durante o período de estudos;

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma são responsáveis pela concretização desse momento. **MUITO OBRIGADO!**

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	15
ABSTRACT	16
CAPÍTULO I	17
1. Cultura da goiaba.....	18
2. Nematoides do solo	20
3. Práticas alternativas de controle a nematoides	22
4. Qualidade do solo	26
5. Geoestatística e variabilidade espacial de atributos edáficos	32
6. Neossolos.....	38
Referências Bibliográficas.....	40
CAPÍTULO II.....	63
Resumo	64
Abstract.....	65
Introdução	66
Material e Métodos	68
Resultados e Discussão.....	74
Conclusões.....	140
Referências Bibliográficas.....	140
CAPÍTULO III	158
Resumo	159
Abstract.....	160
Introdução.....	161
Material e métodos	162
Resultados e Discussão.....	168
Conclusões.....	187
Referências Bibliográficas.....	187

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Descrição, distribuição e características de nematoides de acordo com o correspondente grupo cp (adaptado de BONGERS, 1990).	31
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1. Resumo estatístico descritivo da nematofauna associada à goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, antes da aplicação da torta de nim.	76
Tabela 2. Resumo descritivo da nematofauna associada à goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, três meses após a aplicação da torta de nim.	77
Tabela 3. Resumo descritivo da nematofauna associada à goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, seis meses após a aplicação da torta de nim.	78
Tabela 4. Resumo descritivo de atributos edáficos sob solo cultivado com goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, antes da aplicação da torta de nim.	79
Tabela 5. Resumo descritivo de atributos edáficos e de crescimento da goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, três meses após a aplicação da torta de nim.	80
Tabela 6. Resumo descritivo de atributos edáficos e de crescimento da goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, seis meses após a aplicação da torta de nim.	81
Tabela 7. Resumo descritivo das frações granulométricas (g kg ⁻¹) de Neossolo Regolítico cultivado com goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano.	85
Tabela 8. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada (Jack-Knifing) da nematofauna associada à goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, antes da aplicação da torta de nim.	87
Tabela 9. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada da nematofauna associada à goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, três meses após a aplicação da torta de nim.	88
Tabela 10. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada da nematofauna associada à goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, seis meses após a aplicação da torta de nim.	89
Tabela 11. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada dos atributos edáficos e de crescimento da goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, antes da aplicação da torta de nim.	93
Tabela 12. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada dos atributos edáficos e de crescimento da goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, três meses após a aplicação da torta de nim.	94

Tabela 13. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada dos atributos edáficos e de crescimento da goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, seis meses após a aplicação da torta de nim.	95
Tabela 14. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada das frações granulométricas (g kg^{-1}) de Neossolo Regolítico cultivado com goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano.	98

CAPÍTULO III

Tabela 1. Caracterização química do solo de ambas as áreas experimentais ao longo de todo o experimento e da torta de nim aplicada ao solo.	164
Tabela 2. Abundância, média e dominância (%) dos grupos tróficos de nematoides associadas à goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) antes da incorporação da torta de nim em Pesqueira, Semiárido de Pernambuco.	169
Tabela 3. Abundância, média e dominância (%) das comunidades de nematoides associados à goiabeira (<i>Psidium guajava</i> L.) três meses após a incorporação da torta de nim na A1 em Pesqueira, Semiárido de Pernambuco.....	170
Tabela 4. Abundância, média e dominância (%) das comunidades de nematoides associados à goiabeira (<i>Psidium guajava</i> L.) seis meses após a incorporação da torta de nim na A1 em Pesqueira, Semiárido de Pernambuco.....	171
Tabela 5. Descrição, distribuição e características de nematoides de acordo com o correspondente grupo cp (adaptado de BONGERS, 1990).	166
Tabela 6. Matriz de correlação de Pearson entre a nematofauna associada à goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) e atributos edáficos e de crescimento da cultura em Neossolo Regolítico no Semiárido Pernambucano.	178
Tabela 7. Variação das densidades populacionais de nematoides e atributos físico-químicos associados a goiabeiras (<i>Psidium guajava</i>) cultivadas em Neossolo Regolítico no Semiárido Pernambucano, três meses após a primeira aplicação da torta de nim...	181
Tabela 8. Variação das densidades populacionais de nematoides, atributos físico-químicos e de crescimento de goiabeiras (<i>Psidium guajava</i>) cultivadas em Neossolo Regolítico no Semiárido Pernambucano, três meses após a segunda aplicação da torta de nim.	183
Tabela 9. Variação das densidades populacionais de nematoides, atributos físico-químicos e de crescimento de goiabeiras (<i>Psidium guajava</i>) cultivadas em Neossolo Regolítico no Semiárido Pernambucano, seis meses após a primeira aplicação da torta de nim.	185

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Médias mensais da precipitação (mm) e temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) para o ano de 2013 em Pesqueira, Brasil. 68
- Figura 2.** Localização geográfica, em coordenadas UTM, das áreas experimentais (A1=com nim e A2=sem nim), ambas Neossolo Regolítico, cultivadas com goiabeiras no Semiárido Pernambucano (Pesqueira, Brasil). 69
- Figura 3.** Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 1, antes da aplicação da torta de nim (A1₀). (Esf – Modelo Esférico; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação) 100
- Figura 4.** Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 1, três meses após a aplicação da torta de nim (A1₃). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)..... 101
- Figura 5.** Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 1, seis meses após a aplicação da torta de nim (A1₆). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)..... 104
- Figura 6.** Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a primeira época de amostragem (A2₀). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação) 106
- Figura 7.** Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a segunda época de amostragem (A2₃). (Exp – Modelo Exponencial; Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação) 108
- Figura 8.** Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a terceira época de amostragem (A2₆). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação) 110
- Figura 9.** Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 1, antes da aplicação da torta de nim (A1₀). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)..... 114
- Figura 10.** Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 1, três meses após a aplicação da torta de nim (A1₃). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação) 115
- Figura 11.** Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 1, seis meses após a aplicação da torta de nim (A1₆). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação) 116
- Figura 12.** Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a primeira época de amostragem

(A2 ₀). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C ₀ – Efeito pepita; C ₁ – Soleira; a – Alcance; R ² – Coeficiente de determinação).....	117
Figura 13. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a segunda época de amostragem (A2 ₃). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C ₀ – Efeito pepita; C ₁ – Soleira; a – Alcance; R ² – Coeficiente de determinação).....	118
Figura 14. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a terceira época de amostragem (A2 ₆). (Exp – Modelo Exponencial; Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C ₀ – Efeito pepita; C ₁ – Soleira; a – Alcance; R ² – Coeficiente de determinação).....	120
Figura 15. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para as frações granulométricas na Área 1 (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; C ₀ – Efeito pepita; C ₁ – Soleira; a – Alcance; R ² – Coeficiente de determinação).....	122
Figura 16. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para as frações granulométricas na Área 2 (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; C ₀ – Efeito pepita; C ₁ – Soleira; a – Alcance; R ² – Coeficiente de determinação).....	123
Figura 17. Mapas de isolinhas para os diferentes grupos taxonômicos de nematoides na Área 1 (A1) durante as três épocas de amostragem: antes (A1 ₀), três meses após (A1 ₃) e seis meses após (A1 ₆) a aplicação da torta de nim. (Rhab – Rhabditida; Ceph – Cephalobidae; Melo – <i>Meloidogyne</i> ; Roty – <i>Rotylenchulus</i> ; Praty – <i>Pratylenchus</i> ; Crico – Criconematidae; Prisma – <i>Prismatolaimus</i> ; Eudory – <i>Eudorylaimus</i> ; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófitos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Vida Livre).....	127
Figura 18. Mapas de isolinhas para os diferentes grupos taxonômicos de nematoides na Área 2 (A2, sem aplicação da torta de nim) durante as três épocas de amostragem: antes (A2 ₀), três meses após (A2 ₃) e seis meses após (A2 ₆) a aplicação da torta de nim na área A1. (Rhab – Rhabditida; Ceph – Cephalobidae; Melo – <i>Meloidogyne</i> ; Roty – <i>Rotylenchulus</i> ; Praty – <i>Pratylenchus</i> ; Crico – Criconematidae; Eudory – <i>Eudorylaimus</i> ; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófitos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Vida Livre).....	129
Figura 19. Mapas de isolinhas para as variáveis edáficas e de crescimento da goiabeira na Área 1 (A1) durante as três épocas de amostragem: antes (A1 ₀), três meses após (A1 ₃) e seis meses após (A1 ₆) a aplicação da torta de nim. (DENS – Densidade do solo (g g ⁻¹); UMI – Umidade do solo (cm ³ cm ⁻³); PORO – Porosidade total (cm ³ cm ⁻³); CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m ⁻¹); RESP – Evolução C-CO ₂ (mg CO ₂); CO – Carbono orgânico (dag kg ⁻¹); NT – Nitrogênio total (g kg ⁻¹); pH – Potencial hidrogeniônico; DIAM – Diâmetro do tronco (cm)).....	132
Figura 20. Mapas de isolinhas para as variáveis edáficas e de crescimento da goiabeira na Área 2 (A2, sem aplicação da torta de nim) durante as três épocas de amostragem: antes (A2 ₀), três meses após (A2 ₃) e seis meses após (A2 ₆) a aplicação da torta de nim na A1. (UMI – Umidade do solo (cm ³ cm ⁻³); PORO – Porosidade total (cm ³ cm ⁻³); CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m ⁻¹); RESP – Evolução C-CO ₂ (mg CO ₂); CO – Carbono orgânico (dag kg ⁻¹); NT – Nitrogênio total (g kg ⁻¹); DIAM – Diâmetro do tronco (cm)).....	137
Figura 21. Mapas de isolinhas para as frações granulométricas das Áreas 1 e 2 (A1 e A2, respectivamente). (AG – Areia grossa (g kg ⁻¹); AF – Areia fina (g kg ⁻¹); Silt – Silte (g kg ⁻¹); Arg – Argila (g kg ⁻¹)).....	139

CAPÍTULO III

Figura 1. Médias mensais da precipitação (mm) e temperatura do ar (°C) para o ano de 2013 em Pesqueira, Brasil.	163
Figura 2. Localização geográfica, em coordenadas UTM, das áreas experimentais 1 e 2 (A1=com nim e A2=sem nim), ambas Neossolo Regolítico, cultivadas com goiabeiras no Semiárido Pernambucano (Pesqueira, Brasil).	164

RESUMO

A agricultura familiar é de grande importância no Nordeste brasileiro, porém o baixo conhecimento técnico dos produtores e pouco incentivo financeiro do governo acarretam em baixo potencial de produção. Adicionalmente, o ataque de nematoides parasitos de planta pode devastar pomares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) a curto prazo. Diante do exposto, um experimento em condições de campo foi realizado no Semiárido Pernambucano, de maio a novembro de 2013, objetivando-se mapear a distribuição espacial da nematofauna, atributos edáficos e de crescimento de goiabeiras, cultivar Paluma, em área de agricultura familiar, com (A1) e sem (A2) a incorporação de torta de nim ao solo. A incorporação do nim foi realizada aplicando-se 1 kg de torta ao solo, na projeção das copas das goiabeiras estudadas. O experimento foi avaliado em três etapas: antes da aplicação da torta de nim (0), três e seis meses após a aplicação (3 e 6, respectivamente). Em ambas as áreas e durante os três períodos de amostragem (A1₀, A1₃, A1₆, A2₀, A2₃ e A2₆), 48 goiabeiras foram tomadas ao acaso em uma malha de 48 pontos, em cada área, e amostras deformadas e indeformadas de solo foram coletadas na profundidade 0,20-0,40 m. O modelo esférico foi ajustado a maioria dos atributos avaliados, seguido dos modelos Gaussiano e exponencial. Após a incorporação da torta de nim detectou-se distribuição mais homogênea de bacteriófagos, especialmente da ordem Rhabditida, e menor abundância do gênero *Meloidogyne* na A1. O crescimento das goiabeiras foi mais expressivo nos pontos com maiores umidade e porosidade total e menores densidades do solo, em ambas as áreas, demonstrando a importância desses atributos para o pleno desenvolvimento da cultura. A comunidade de nematoides variou nas áreas experimentais e períodos de amostragem. Alguns taxa indicadores foram encontrados apenas na A1, sugerindo maior estabilidade ambiental da área tratada com torta de nim. A aplicação da torta de nim favoreceu significativamente o aumento populacional de nematoides de vida livre, principalmente Rhabditida e Cephalobidae, com maior expressividade após a segunda aplicação da torta de nim. Variações significativas na umidade, pH, evolução C-CO₂ e teores de carbono orgânico e nitrogênio total do solo foram registradas após a aplicação da torta de nim.

PALAVRAS-CHAVE: *Azadirachta indica*, *Psidium guajava*, qualidade do solo, bioindicadores, carbono orgânico, agricultura de precisão

ABSTRACT

Family farming plays a very important social role in Northeastern Brazil, but low technical knowledge of the farmers and poor government's financial incentives bring about low potential for production. Additionally, plant-parasitic nematodes' infestations may devastate guava tree (*Psidium guajava* L.) orchards in the short-term. Therefore, a field experiment was conducted on the semiarid region of Pernambuco state, Brazil, during May and November of 2013, aiming to map the spatial distribution of nematode assemblages, soil attributes and some guava (cv. Paluma) growth variables in a family farming plot, with (A1) and without (A2) neem cake amendment applied at rate of 1 kg per plant under the tree canopy projection at the sampling depth. Evaluations were carried out in three stages: before neem cake amendment (0) and three (3) and six (6) months after the amendment. On both areas and during all sampling campaigns (A1₀, A1₃, A1₆, A2₀, A2₃ and A2₆), 48 guava trees were casually picked up within a 48-point grid, in each area, being collected disturbed and undisturbed soil samples at the depth of 0.20-0.40 m, in order to perform physical, chemical and biological analyses. The spherical model was fitted to the majority of evaluated attributes, followed by Gaussian and exponential models. After neem cake amendment there was a more homogeneous distribution of bacterivorous nematodes, specially the order Rhabditida, and lower abundance of the genus *Meloidogyne* throughout A1. Guava tree growth was more expressive on sites with higher soil moisture and total porosity and lower bulk densities, in both areas, demonstrating the importance of those attributes for the full development of the crop. Nematode assemblages differed between areas and among sampling campaigns. Some indicative taxa were only found at A1, suggesting greater environmental stability in the area amended with neem cake. Neem cake amendment significantly favored an increase in free-living nematodes' population densities, mainly Rhabditida and Cephalobidae, with greater expressiveness after the second neem cake amendment. Significant differences on soil moisture, pH, C-CO₂ evolution rate, organic carbon and total nitrogen contents were detected after neem cake amendment.

KEYWORDS: *Azadirachta indica*, *Psidium guajava*, soil quality, bioindicators, organic carbon, precision agriculture

Revisão de Literatura

1. Cultura da goiaba

Um dos setores agrícolas de maior expansão no cenário nacional é a fruticultura, devido à demanda populacional por uma dieta mais saudável, ocorrendo uma expansão de áreas cultivadas e incorporação de novas espécies ao cardápio dos brasileiros. Dentre as frutíferas, a goiaba (*Psidium guajava* L.) destaca-se pela qualidade e grande aceitação dos consumidores (SIMÕES, 2012).

A família *Myrtaceae* compreende 133 gêneros e mais de 3800 espécies (ZAPATA; CORTES; ROJANO, 2013; CHANDRA; KAMLE; BAJPAI, 2010), incluindo os gêneros *Eugenia*, *Myrcianthes*, *Campomanesia* e *Psidium* (MARIN et al., 2008). O gênero *Psidium* é representado por, aproximadamente, 120-150 espécies, encontradas em regiões tropicais e subtropicais, desde as Américas até a Austrália (LEE et al., 2012; OLIVEIRA, 2012). Dentre as espécies deste gênero, *P. guajava* apresenta grande valor econômico para os produtores do Nordeste brasileiro (OLIVEIRA, 2012; DANTAS NETO et al., 2013).

Segundo dados da FAO (2014), a produção mundial em 2012 do agregado manga-mangostão-goiaba foi liderada pela Índia (15,25 milhões de toneladas), China (4,4 milhões) e Quênia (3 milhões, aproximadamente). De acordo com os mesmos dados, o Brasil encontrava-se na oitava posição com produção em torno de 1,2 milhões de toneladas; baseando-se na produtividade, o Brasil se encontra na segunda colocação com 16 t ha⁻¹, abaixo apenas do Quênia (49 t ha⁻¹).

Levando em consideração a produção nacional de goiaba no ano de 2012, indicam produção de 345.332 toneladas de goiaba, colhidas em 15.171 ha (IBGE, 2012). A região Nordeste contribuiu com 42% da produção nacional, equivalente a 145.745 t e, mais especificamente, Pernambuco produziu 107.196 t de goiaba, ou seja, aproximadamente 74% da produção nordestina (28,95 t ha⁻¹). A produção de goiaba em Pernambuco concentra-se no Semiárido, onde 98% dos 3.703 ha colhidos localizam-se nessa região (IBGE, 2012). Comparando-se com a produção nacional de 2010, houve um incremento de 8% no total produzido; já para a produção Pernambucana, houve um aumento de 16% (IBGE, 2010).

Os frutos da goiabeira são ovais e possuem polpa vermelha ou branca, dependendo da espécie e podem ser consumidos frescos ou industrializados, na forma de geléias, sorvetes, suco, dentre outros (ABREU et al., 2012a; ABREU et al., 2012b; HERNANDES et al., 2012; ZAPATA; CORTES; ROJANO, 2013). A cultivar Paluma, uma das mais cultivadas no

Brasil, apresenta polpa na coloração vermelha, alta produtividade, frutos com bom rendimento de polpa e alto teor de sólidos solúveis (RAMOS et al., 2010).

A goiaba é apreciada não só pelo aroma e sabor característicos (PINO; BENT, 2013; ABREU et al., 2012a) como também pelo alto valor nutritivo. É rica em zinco, fósforo, cálcio, ferro, selênio, cobre, magnésio, ácido fólico, fibras, além de ser fonte das vitaminas A e do complexo B (B1, B2, B6) (ABREU et al., 2012b; ALENCAR, 2011; MANICA, 2000). É considerada uma das maiores fontes de vitamina C (PORAT et al., 2011), apresentando teor 6 a 7 vezes maior que outras plantas cítricas (ABREU et al., 2012b).

O Brasil apresenta condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo da goiabeira em diversas regiões, sendo um aspecto importante para a produção comercial dessa cultura, visto que há formação de frutos de alto valor nutritivo, levando a aumento no potencial de exportação (ROZANE; OLIVEIRA; LÍRIO, 2003).

Moura e Moura (2011) afirmam que o cultivo de goiaba caracteriza um segmento socioeconômico de grande importância no Semiárido brasileiro. Nessa região, a fruticultura está condicionada a um clima singular, caracterizado por baixa umidade relativa do ar e altas temperaturas constantes ao longo do ano (DANTAS NETO et al., 2013). Devido às condições climáticas citadas, houve expansão significativa da área cultivada e do volume de frutos produzidos no Semiárido nordestino, refletindo em maior rendimento e melhor qualidade dos frutos e derivados quando comparada às demais regiões do Brasil (LIMA; MIRANDA, 2001), tornando-se, assim, a principal região produtora (SANTOS et al., 2009).

Todavia, uma maior produtividade pode ser alcançada quando o cultivo é realizado em condições ótimas para a cultura. Fatores edafoclimáticos podem limitar o crescimento das goiabeiras e/ou a produção da planta. A temperatura, por exemplo, determina a época de produção da goiabeira, sendo o ponto ótimo entre 25° C e 30° C (BISPO, 2010) com umidade relativa variando de 50% a 80% (OLIVEIRA, 2012). Contudo, a goiabeira não se desenvolve bem em regiões de geadas e temperaturas muito baixas, as quais podem queimar folhas e ramos, alterando o desenvolvimento e produção da cultura. A pluviosidade ideal deve estar entre 1.000 e 1.600 mm, não devendo ser inferior a 600 mm (MENDONÇA et al., 2011). A irrigação se faz necessária para complementar a pluviosidade em áreas com baixa incidência de chuvas (BISPO, 2010).

Embora se adapte bem a várias classes edáficas, a goiabeira desenvolve-se melhor em solos areno-argilosos profundos, bem drenados, ricos em matéria orgânica e com pH em torno 5,5 a 6,0 (BISPO, 2010). Tais fatores, em conjunto com satisfatória radiação luminosa,

visam garantir um crescimento vegetativo robusto e a qualidade dos frutos produzidos (COSTA; PACOVA, 2003).

Os fatores bióticos também podem prejudicar o desenvolvimento e a produção de goiabeiras, a exemplo de infestações por nematoides parasitas de planta, especialmente os do gênero *Meloidogyne*. Segundo Torres et al. (2004), aproximadamente, 70% das goiabeiras da região do Vale do São Francisco morreram devido ao ataque de *M. enterolobii*.

2. Nematoides do solo

2.1. Aspectos gerais

Taxonomicamente, os nematoides do solo estão incluídos no Filo Nematoda. Eles apresentam grande diversidade em tamanho (300 μm a 4 mm), morfologia, ciclo de vida e ecologia (BLAXTER, 2011). Estimativas sugerem que há mais de 1 milhão de espécies de nematoides no mundo, porém cerca de 25 mil foram identificadas (LAMBSHEAD; BOUCHER, 2003).

Os nematoides são usualmente os mais abundantes dos metazoários e estão presentes em praticamente todos os nichos ecológicos (WU et al., 2011; SÁNCHEZ-MORENO et al., 2008; NEHER et al., 2005). As comunidades de nematoides do solo são geralmente ricas em espécies e apresentam grande abundância (6 x 10⁴ a 9 x 10⁶ por m²) (BOAG; YEATES, 1998; BONGERS, 1990; WASILEWSKA, 1979).

Os nematoides também ocupam diferentes posições tróficas na cadeia alimentar do solo e, com base no hábito alimentar, podem ser classificados em parasitas de planta, bacteriófagos, micófagos, onívoros e predadores (MULDER; DEN HOLLANDER; HENDRIKS, 2008; NEHER, 2001; YEATES et al., 1993). Beare et al. (1992) sugerem classificar os nematoides em consumidores primários (fitoparasitas), secundários (bacteriófagos e micófagos) e terciários (onívoros e predadores). A presença de nematoides nos diversos níveis tróficos é de suma importância para processos ambientais e ecossistemas terrestres (BARKER; KOENNING, 1998; INGHAM et al., 1986).

Do ponto de vista agrícola, os nematoides parasitas de planta possuem maior importância econômica, visto que causam perdas significativas na produtividade de culturas de relevante interesse econômico. Dois grandes grupos se destacam mundialmente: endoparasitas sedentários e migratórios, sendo que os nematoides endoparasitas sedentários causam mais danos, pois possuem uma grande diversidade de plantas hospedeiras e ampla

distribuição geográfica (STIRLING, 2014). De acordo com Nicol et al. (2011), perdas anuais causadas por fitonematoides equivalem a cerca de 8,8-14,6% do total produzido, levando a prejuízo da ordem de US\$ 100-157 bilhões no mundo.

2.2. Nematoides associados à goiabeira

A cultura da goiaba é susceptível ao ataque de diversos gêneros de fitonematoides, incluindo *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Tylenchorhynchus*, *Pratylenchus* e *Rotylenchulus* (YANG; ZHANG, 2013; PIEDRAHITA; ZAPATA, 2010; EL-BORAI; DUNCAN, 2005; KOENNING et al., 1999; McSORLEY, 1992).

O primeiro registro de *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1983, considerada espécie sinônima de *M. mayaguensis* Rammah & Hirschmann, 1988 (HUNT; HANDOO, 2009; MOENS et al., 2009), em pomares de goiabeira foi assinalado em 1988, nas cidades de Petrolina (PE), Curaçá e Maniçoba (BA) (CARNEIRO et al., 2001). Conhecido também como nematoides das galhas, o gênero *Meloidogyne* é altamente agressivo, representando séria ameaça às principais culturas do agronegócio nacional, incluindo *P. guajava* no Nordeste brasileiro (CARNEIRO et al., 2007). Em estudo na Mata Atlântica, Lima et al. (2005) também encontraram essa espécie, indicando que *M. enterolobii* não foi introduzido no país, como antes se pensava (CARNEIRO et al., 2001).

A ação parasitária dos nematoides das galhas em goiabeira acontece em todos os tipos de raízes, desde as radículas superficiais até a raiz pivotante mais lignificada, localizada em profundidades superiores a 50 cm, acarretando danos severos ao sistema radicular da cultura (GOMES, 2011; GOMES et al., 2011). As raízes de árvores infectadas apresentam diversas galhas e infecções secundárias devido ao ataque de outros microrganismos do solo, enquanto que a clorose, sintoma de deficiência nutricional, o qual afeta o florescimento e a frutificação, é observada na parte aérea da planta (CARNEIRO et al., 2007).

Em áreas infestadas, os nematoides das galhas constituem um dos principais problemas fitossanitários para pequenos agricultores, podendo reduzir a produção em sua totalidade (GOMES, 2011). Pereira et al. (2009) estimaram em R\$ 112,7 milhões as perdas causadas por *M. enterolobii* até o ano de 2008, sendo de R\$ 108,3 milhões o prejuízo para os estados de Pernambuco e Bahia, aos quais se acrescentam 3.700 trabalhadores rurais desempregados devido ao declínio da goiabeira. Em cinco estados brasileiros, a perda econômica total foi estimada em US\$ 61 milhões (CARNEIRO et al., 2011).

3. Práticas alternativas de controle de nematoides

O controle químico de fitonematoides foi o mais empregado durante décadas tanto em sistemas de produção intensiva quanto em áreas de agricultura familiar (KORTHALS et al., 2014; OKA; BEN-DANIEL; COHEN, 2012; OKA, 2010). Nos últimos anos, vários nematicidas, especialmente brometo de metila, foram retirados do mercado devido à preocupação com segurança alimentar, saúde humana, qualidade ambiental e aparecimento de pragas resistentes (KHALIL, 2013; STIRLING, 2013; CAVOSKI et al., 2012; KOSMA et al., 2011).

Diante desse cenário, métodos alternativos para a supressão de fitonematoides estão sendo empregados, em diversas culturas, a exemplo da solarização do solo, controle biológico, uso de variedades resistentes e incorporação de condicionadores orgânicos ao solo (KHALIL; ALLAM; BARAKAT, 2012; OZORES-HAMPTON; McSORLEY; STANSLY, 2012).

3.1. Incorporação de matéria orgânica vegetal ao solo

A incorporação de material orgânico ao solo é uma prática agrícola tradicionalmente usada para melhorar a fertilidade e estrutura do solo e, também, um método alternativo de controle de pragas agrícolas, incluindo fitonematoides (OKA, 2010). Linford, Yap e Oliveira (1938, apud AKHTAR, 1993) foram os pioneiros na observação do efeito nematicida da incorporação de matéria orgânica, utilizando folhas de abacaxi picadas para controle de *Meloidogyne* spp.

Vários condicionadores orgânicos do solo vêm sendo utilizados com sucesso no manejo de nematoides parasitas de plantas, tais como cobertura verde, resíduos ricos em quitina, composto municipal e resíduos de origem animal e vegetal (STIRLING, 1991; FERRAZ et al., 2010). Segundo Almeida et al. (2013) e Oka (2010), a eficácia de tais produtos deve levar em consideração o patógeno a ser controlado, a disponibilidade, dose, regime de aplicação, custo e a lucratividade da cultura.

Os efeitos da incorporação de material orgânico vegetal na dinâmica populacional de nematoides podem ser discrepantes (McSORLEY, 2011). Os metabólitos secundários de todas as plantas apresentam ação supressiva em nematoides parasitas de planta (OKA, 2010; AKHTAR; MALIK, 2000); contudo, Thoden, Korthals e Termorshuizen (2011), em revisão,

concluíram que em alguns tratamentos a população de fitonematoides aumentou após a aplicação da matéria orgânica.

A ação supressiva de resíduos vegetais contra fitonematoides pode ocorrer devido ao aumento da população de organismos antagonistas e predadores (OKA, 2010; AKHTAR; MALIK, 2000), liberação de substâncias tóxicas durante a degradação, como a amônia (COLLANGE et al., 2011; WEI et al., 2012; ABBASI et al., 2005) e indução de resistência e tolerância da planta a nematoides (McSORLEY, 2011; OKA et al., 2007).

Em contrapartida, os mecanismos mais prováveis para as maiores densidades populacionais de nematoides parasitas de plantas após tratamentos com a incorporação de matéria orgânica são devido a maior disponibilidade de nutrientes ou alterações na estrutura e funcionamento da cadeia alimentar do solo, acarretando em melhor saúde vegetal (BONILLA et al., 2012; FERRIS; SÁNCHEZ-MORENO; BRENNAN, 2012; KARAVINA; MANDUMBU, 2012; FERRIS; VENETTE; SCOW, 2004; FERRIS et al., 1998).

Estudos recentes têm avaliado o efeito de resíduos vegetais como agentes supressivos a fitonematoides em diversas culturas, podendo-se citar: torta de soja e bagaço de cana (USMAN; SIDDIQUI, 2013), extratos de cedro branco (CAVOSKI et al., 2012) e extratos de murta (OKA; BEN-DANIEL; COHEN, 2012). O uso do extrato de nim tem se destacado internacionalmente em estudos que avaliam a supressão de fitonematoides, especialmente *Meloidogyne* spp., com diferentes doses aplicadas variando de 0,03%-1% de azadiractina para extratos aquosos a 75g kg⁻¹ de solo (KHALIL; ALLAM; BARAKAT, 2012; GRAVANES et al., 2011; HUSSAIN; MUKHTAR; KAYANI, 2011; KOSMA et al., 2011; LYNN et al., 2010; CHAVES et al., 2009). Porém, alguns autores alertam sobre a necessidade do uso de grandes quantidades de resíduos vegetais para obtenção de resultados satisfatórios (KARAVINA; MANDUMBU, 2012; OKA, 2010).

3.2. Uso de nim

O nim (*Azadirachta indica* A. Juss) é a espécie vegetal mais estudada no mundo e acredita-se que é a mais promissora do século XXI, devido ao seu potencial para o manejo de pragas agrícolas (incluindo fungos, insetos e nematoides), na proteção ambiental e na medicina (GIRISH; BHAT, 2008).

Pertencente à família botânica das Meliáceas, o nim é originário do Sudeste Asiático (MARTINEZ, 2002) e, atualmente, pode ser encontrado em 72 países de cinco continentes (GIRISH; BHAT, 2008), exceto na Antártida. Por muitos anos, agricultores da Índia têm

usado os subprodutos da árvore do nim como agentes supressores de pragas agrícolas (KHALIL, 2013; KHALIL; ALLAM; BARAKAT, 2012; KOSMA et al., 2011; JAVED et al., 2008, DOIHARA, 2005; XUAN et al., 2004; MARTINEZ, 2002), por isso muitos a conhecem como a árvore milagrosa (OKA, 2010).

O nim é uma planta perene com crescimento rápido, chegando a alcançar 10 a 25 m de altura e, as raízes podem chegar até 15 m de profundidade (MARTINEZ, 2002; GIRISH; BHAT, 2008). O cultivo do nim é adaptado a diferentes condições topográficas e edafoclimáticas. Dessa forma, o nim cresce em todos os tipos de solo, incluindo os argilosos e os salinos (GIRISH; BHAT, 2008). A produção é maior em solos bem drenados e profundos, porém sobrevive em solos secos, rasos e pedregosos e é resistente à seca (GIRISH; BHAT, 2008; MARTINEZ, 2002); cresce em altitudes de até 1.500 m (CHARI, 1996); a pluviosidade ideal encontra na faixa de 450 a 1.200 mm, a temperatura ideal está na faixa de 0 °C a 49 °C (GIRISH; BHAT, 2008; MARTINEZ, 2002; HEDGE, 1995) e o pH ótimo está entre 6,5 e 7,5 (MARTINEZ, 2002).

Na Índia, um estudo sistemático do uso de formulações de nim contra os nematoides parasitas de planta começou por volta de 1960, do qual muitos trabalhos foram documentados (JAVED et al., 2007a). O nim é disponibilizado nas seguintes formulações: pó de semente, torta de nim, folhas secas, extratos aquosos, dentre outros (FERRAZ; VALLE, 1997). Segundo Javed et al. (2007a, 2008), o extrato de nim foi utilizado com êxito no manejo de fitonematoides, utilizando, principalmente, a torta de nim.

As propriedades anti-fúngicas, inseticidas e nematicidas dos extratos de nim foram atribuídas a centenas de compostos químicos presentes na composição das diferentes partes da árvore (KHALIL, 2013; KOSMA et al., 2011; XUAN et al., 2004). Acredita-se que os limonóides são os principais constituintes responsáveis pela atividade contra pragas agrícolas, sendo a azadiractina o mais ativo destes (OKA, 2010).

A azadiractina é um composto biodegradável, solúvel em água e não tóxico ao homem (KHALIL, 2013; MARTINEZ, 2002). Pode ser encontrada em toda a planta, mas é extraída, principalmente, das sementes, onde 40-90 g de azadiractina são encontrados a cada 1 Kg de extrato (AERTS; MORDUE, 1997). A baixa persistência da azadiractina no ambiente é uma das principais preocupações do uso do nim (JAVED et al., 2007b; MARTINEZ, 2002). Em condições de campo, a atividade desse composto sofre rápida redução devido à fotodegradação pela luz ultravioleta, precipitações e aumento da acidez do solo, permanecendo de 4 a 8 dias no ambiente (KHALIL, 2013; JAVED et al., 2007b; VERKERK; WRIGHT, 1993). Por outro lado, em extratos derivados do nim, a atividade residual da

azadiractina é estabilizada (VERKERK; WRIGHT, 1993). Javed et al. (2007b) reportam que a persistência de formulações de nim pode chegar a quatro meses.

Mohan (2011) concluiu que a ação nematicida do nim envolve compostos fenólicos absorvidos sistematicamente pelas raízes, que, por sua vez, induzem tolerância nas plantas tratadas. Além disso, o efeito narcótico de extratos de nim pode ser atribuído a subprodutos (amônia, formaldeído, fenóis e ácidos graxos) liberados durante a decomposição (KHALIL, 2013; OKA, 2010; KHAN; ALAM; AHMAD, 1974). Segundo Khalil (2013), os constituintes do nim são eficazes por agirem sobre os quimiorreceptores dos nematoides (anfídios e fasmídios), responsáveis pelo reconhecimento da planta hospedeira.

Vários estudos comprovam o efeito nematicida de formulações de nim. Khalil, Allam e Barakat (2012) observaram a redução de 69,31% no número de galhas de *M. incognita* em tomateiros cultivados em ambiente protegido. Enquanto que Gravanis et al. (2011) aplicaram extrato de sementes de nim sob mistura de *M. incognita* e *M. javanica* em estufa, o que resultou na imobilização de juvenis do segundo estágio, além de diminuição no número de galhas e massas de ovos em tratamentos com extratos na dose de 1%, 5% e 10%, quando comparados ao controle.

Ao avaliar a eficácia da incorporação de diversos resíduos vegetais, incluindo nim, Hussain, Mukhtar e Kayani (2011) observaram maior redução nas galhas, massas de ovos e fator de reprodução de *M. incognita* em quiabeiros, além de maior crescimento e ganho de peso das raízes.

Kosma et al. (2011) avaliaram a eficácia de quatro formulações de extratos de semente de nim sobre o nematoide parasita de planta *Radopholus similis* na cultura da banana em Camarões e observaram uma redução significativa na necrose das raízes e inibição do crescimento da população da referida espécie. Adicionalmente, os autores concluíram que o pó da semente foi mais eficaz dentre as formulações. Lynn et al. (2010) ao avaliar diferentes formulações de nim no controle de *Meloidogyne* spp. parasitando pepino e tomate, observaram a imobilização de juvenis após pelo menos 1 dia de exposição, redução da população de nematoides e de galhas 30 dias após a inoculação.

Chaves et al. (2009) avaliaram o efeito de diferentes doses de óleo de nim e de torta de filtro, associados ou não, em cultivo de cana-de-açúcar naturalmente infestado com *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus zae* no estado de Pernambuco. Os autores observaram que a dose de 4 L ha⁻¹ de óleo de nim foi eficaz no controle de *P. zae*, concluindo que a aplicação de derivados do nim é pode ser usada como técnicas para o manejo integrado de nematoides.

Oliveira (2014) desenvolveu um estudo no Semiárido Pernambucano com o objetivo de avaliar a eficácia da aplicação da torta de nim em Neossolo Regolítico cultivado com pimentão (*Capsicum annuum*) sob a nematofauna e atributos físico-químicos do solo. A autora concluiu que a incorporação da torta de nim ao solo: i) aumentou a variabilidade das comunidades de nematoides, ii) diminuiu a zona de influência desses organismos ao longo da área de estudo, iii) influenciou negativamente as populações de fitonematoides e positivamente as de bacteriófagos, iv) o efeito supressivo da torta de nim foi observado para os gêneros *Paratrichodorus* e *Trichodorus*; v) alguns taxa foram mais beneficiados; e vi) o período de estudo não foi suficiente para observação de mudanças nas propriedades físicas do solo.

Em goiabeira, Almeida et al. (2012) avaliaram diferentes compostos orgânicos como condicionadores de solo contra o ataque de *M. enterolobii* na cultivar Paluma, em ambiente protegido, mas não comprovaram efeito nematicida, demonstrando o aumento da reprodução; porém as plantas tratadas com torta de nim apresentaram maior peso de raízes e altura da planta, o que pode ter favorecido o aumento da população de nematoides.

Diante do exposto, estudos que vislumbrem os efeitos diretos e indiretos de derivados do nim sobre a cultura e atributos do solo precisam ser realizados, especialmente em diferentes condições edafoclimáticas.

4. Qualidade do solo

4.1. Definição e aspectos gerais

O conceito de qualidade do solo data do início da década de 1990 (WIENHOLD et al., 2004) e pode ser definido como a capacidade do solo de funcionar dentro de fronteiras ambientais naturais ou agrícolas a fim de sustentar a produção animal e vegetal, manter ou melhorar a qualidade do ar e da água e suportar a saúde humana (KARLEN et al., 1997; DORAN; SARRANTONIO; LIEBIG, 1996). A qualidade do solo é comumente intercambiado com o termo saúde do solo (KARLEN et al., 2001). Contudo, é importante distinguir que a qualidade do solo está relacionada a características quantitativas do solo e suas funções (KARLEN et al., 2003; LETEY et al., 2003; VAN BRUGGEN; SEMENOV, 2000), ao passo que a saúde do solo o descreve como organismo vivo, dinâmico, não-renovável e dependente de características ecológicas (DORAN; ZEISS, 2000; VAN BRUGGEN; SEMENOV, 2000).

Gugino et al. (2009) citam características de um solo saudável: profundidade suficiente para suportar adequado crescimento radicular, boa drenagem, fornecimento suficiente de nutrientes, baixas populações de pragas agrícolas, altas populações de organismos benéficos, resistente à degradação, resiliente e livre de substâncias químicas prejudiciais à cultura. Desse modo, a avaliação efetiva e significativa da qualidade do solo requer um determinado número de propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. As propriedades consideradas indicadoras da qualidade do solo necessitam possuir certas características, tais como fácil mensuração, detecção de variações nas funções do solo, integração dos atributos e processos do solo, fácil acessibilidade, aplicável às condições de campo e sensível às variações de manejo e clima (DORAN; PARKIN, 1996; DORAN; PARKIN, 1994). A performance de diversas funções do solo são influenciadas por esses indicadores e vice-versa, pois as funções podem alterar os indicadores da qualidade edáfica, assim, reduzindo a capacidade do solo de funcionar (SINHA et al., 2014). A redução na saúde do solo é resultado da ação de distúrbios ambientais e práticas de manejo sobre o solo, impactando as interações entre a biota do solo e o meio, levando à limitação dos serviços ambientais do solo (THOMSEN, FABER, SORENSEN, 2012).

Diante disso, Larson e Pierce (1991) propuseram as seguintes propriedades edáficas como conjunto mínimo de dados para avaliar a qualidade do solo: disponibilidade de nutrientes, carbono orgânico total, carbono orgânico lábil, textura, água disponível às plantas, estrutura do solo, densidade do solo, resistência à penetração, profundidade máxima de raízes, pH e condutividade elétrica. O efeito dos sistemas de cultivo sob a qualidade do solo pode ser avaliado por meio da mensuração desses atributos edáficos, principalmente na camada superficial do solo (JOKELA et al., 2011), determinando se o manejo aplicado mantém, melhora ou degrada a qualidade edáfica (VALLEJO-QUINTERO, 2013; BATISDA et al., 2008).

4.2. Atributos edáficos indicadores da qualidade do solo

A matéria orgânica do solo (MOS) é um dos principais indicadores da qualidade edáfica de agroecossistemas (ROSSI et al., 2012). O efeito dos sistemas de cultivo adotados na qualidade edáfica é devido, principalmente, à acumulação de MOS, a qual é dependente da quantidade e qualidade do carbono inserido no sistema e por manejos que afetam a taxa de decomposição e estratificação da MOS (JOKELA et al., 2011; WEIL; MAGDOFF, 2004). A acumulação da MOS melhora a qualidade do mesmo por diminuir a densidade e selagem do

solo, ao mesmo tempo que aumenta a estabilidade de agregados, capacidade de troca catiônica, ciclagem de nutrientes e atividade biológica (SINHA et al., 2014; SOMASUNDARAM et al., 2013; MOHANTY et al., 2007; KARLEN; ANDREWS, 2004).

Samuel-Rosa et al. (2013) objetivaram avaliar a influência de atributos intrínsecos ao solo (conteúdos de argila e óxido de ferro) em atributos edáficos variáveis (soma de bases, acidez potencial, carbono orgânico, porosidade total e densidade do solo) sob diferentes usos da terra em áreas de agricultura familiar no Sul do Brasil. Os referidos autores concluíram que os atributos estudados podem ser incluídos na avaliação da qualidade edáfica em áreas de agricultura familiar, pois são de fácil mensuração, refletem o uso do solo e são pouco afetados pelas propriedades intrínsecas do solo. Além disso, os autores aconselham a utilizar variáveis contínuas ao invés de discretas na avaliação da qualidade do solo.

Karlen et al. (2013), avaliando o efeito de diferentes práticas de cultivo sob a qualidade do solo, observaram que agregados estáveis em água e densidade do solo indicaram maior efeito negativo para práticas de cultivo mais agressivas. Os autores citados anteriormente concluíram que sistemas de cultivo menos agressivos podem melhorar significativamente a qualidade edáfica em todo mundo, pois apresentariam melhores condições para carbono orgânico total, agregados estáveis em água, carbono da biomassa microbiana, nitrogênio potencialmente mineralizável e capacidade de troca catiônica.

Neves Neto et al. (2013) compararam as condições edáficas de Neossolo Quartzarênico em áreas sob pastagens e áreas sob vegetação nativa e concluíram que a atividade antrópica exerce maior influência na degradação da qualidade do solo sob pastagem, quando comparada com área de vegetação nativa. Ainda segundo esses autores, a matéria orgânica do solo e a resistência mecânica do solo à penetração podem ser utilizadas como parâmetros indicadores de áreas em declínio de produção de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em área de ecótono Amazônia/Cerrado.

Ao avaliar diferenças na qualidade do solo de sistema orgânico e convencional em São Paulo, Kamiyama et al. (2011) concluíram que a qualidade física do solo não diferiu entre os dois sistemas de manejo; porém, houve diferenças significativas para variáveis biológicas, sendo maiores no sistema orgânico. Esse resultado confirma a importância das variáveis biológicas na avaliação da qualidade edáfica, como visto por outros autores (ZHANG et al., 2012; GOODSSELL; UNDERWOOD; CHAPMAN, 2009).

Na Índia, Ghosh et al. (2012) concluíram que a aplicação de fertilizantes e condicionadores orgânicos leva a melhoria na qualidade edáfica, concomitantemente a aumento no sequestro de carbono. Tais aplicações também ajudaram a manter a

sustentabilidade da produção de arroz, pois melhoraram a disponibilidade de nutrientes e atividade biológica no solo. Ainda segundo os autores, o cultivo contínuo sem adição de matéria orgânica resulta em decréscimo do carbono total do solo, tanto em frações lábeis como recalcitrantes, sugerindo degradação da qualidade do solo nessas áreas.

Dentre os atributos biológicos do solo, pode-se citar a atividade microbiana como indicadora da qualidade edáfica. A atividade microbiana do solo (respiração do solo) é de suma importância para os ciclos biogeoquímicos, pois disponibiliza nutrientes às plantas e mineraliza e mobiliza poluentes; além disso, é regulada por condições nutricionais, temperatura, disponibilidade hídrica e de oxigênio (SCHLOTTER; DILLY; MUNCH, 2003). Moriyama et al. (2013) concluíram que a altitude, temperatura e umidade do solo podem ser usados como indicadores ecológicos da respiração microbiana em área de pastagem no Tibete.

4.3. Nematoides como bioindicadores da qualidade do solo

Os bioindicadores da qualidade do solo podem ser usados para avaliar a condição de processos ecológicos vitais no solo e alterações temporais desses processos. Adicionalmente, qualquer bioindicador deve refletir a estrutura ou função de processos ecológicos e responder a variações na condição edáfica resultantes de práticas agrícolas (NEHER, 2001).

Os nematoides do solo possuem um papel importante na cadeia alimentar de detritos do solo, estando envolvidos no controle da decomposição da matéria orgânica do solo e ciclagem de nutrientes (LIU et al., 2013; SHAO; FU, 2007). Desde a década de 1980, ecologistas do solo observaram as variações das comunidades dos nematoides de acordo com as práticas de cultivo (RAHMAN; CHAN; HEENAN, 2007; FU et al., 2000; WARDLE, 1995), comprovando a sensibilidade desses microrganismos ao manejo agrícola e às mudanças ambientais (CARDOSO et al., 2012; PATTISON et al., 2008; YEATES; PATTISON, 2006; LI et al., 2005). Devido às características citadas os nematoides se enquadram como bioindicadores da qualidade do solo em sistemas agrícolas e/ou naturais.

Os bioindicadores podem ser classificados em descritivos e avaliativos (HEINK; KOWARIK, 2010), sendo os descritivos utilizados para descrever o estado ou analisar variações em agroecossistemas (McGEOCH, 1998; WALZ, 2000) e os avaliativos àqueles que analisam as funções dos ecossistemas e diagnosticam a causa de um determinado problema ambiental (DALE; BEYELER, 2001).

Os nematoides, enquanto bioindicadores descritivos, são diretamente afetados pelo cultivo e culturas de cobertura (FISCUS; NEHER, 2002; FERRIS, 2010; MILLS; ADL, 2011), respondendo de diferentes formas ao manejo aplicado (WARDLE, 1995). Como por exemplo, as mudanças observadas nas comunidades de nematoides após tratamentos com cultura de cobertura, onde a população de fitonematoides apresentou incremento, enquanto que onívoros-predadores não variaram significativamente (DuPONT; FERRIS; HORN, 2009). Ferris, Bongers e de Goede (2001) calcularam índices estruturais das comunidades de nematoides. Como indicadores avaliativos, foi comprovado que alguns índices ecológicos baseados em nematoides são ferramentas úteis para a avaliação de condições edáficas (ZHANG et al., 2012).

A atividade metabólica de diferentes grupos funcionais de nematoides caracteriza a estrutura ecológica e fluxo de recursos da cadeia alimentar do solo (FERRIS, 2010; SÁNCHEZ-MORENO et al., 2009, 2011). Diversos índices ecológicos foram desenvolvidos e implementados com o objetivo de avaliar a qualidade edáfica, por meio da estrutura da cadeia trófica do solo, baseando-se nas guildas funcionais e estruturais de nematoides do solo (BONGERS, 1990; BONGERS; FERRIS, 1999; FERRIS; BONGERS, 2009). Os índices funcionais baseados na abundância relativa dos nematoides podem ser calculados para descrever as características estruturais e de enriquecimento das cadeias alimentares do solo; assim como, os canais de decomposição da matéria orgânica, sejam eles fúngicos ou bacterianos (FERRIS et al., 2001).

Bongers e Bongers (1998) integraram o grupo trófico e as estratégias de sobrevivência dos nematoides, classificando-os em colonizadores (r-estrategistas) e persistentes (K-estrategistas). Os primeiros produzem grande quantidade de ovos pequenos e exploram rapidamente ambientes ricos em nutrientes; enquanto que os últimos, dificilmente reagem a condições transientes de alta disponibilidade de comida. Dessa forma, a escala colonizador-persistente (cp), com escores variando de 1 a 5, foi criada por Bongers (1990) (Tabela 1).

O Índice de Maturidade (MI) é calculado através da frequência média das classes cp e expressa a representação proporcional de famílias de nematoides de vida livre como um índice de condição ambiental (FERRIS et al., 2001). O MI também indica o estado de sucessão ecológica de uma comunidade, auxilia no monitoramento de áreas após ocorrência de distúrbios, compara sistemas agrícolas e mede estresses devido à poluição (BONGERS; BONGERS, 1998).

Tabela 1. Descrição, distribuição e características de nematoides de acordo com o correspondente grupo cp (adaptado de BONGERS, 1990).

cp	Descrição	Exemplos
1	Curto tempo de geração, ovos pequenos, alta fecundidade, formam <i>dauerlarvae</i> e são tolerantes a distúrbios. Principalmente bacteriófagos	<i>Diploscapter</i> , <i>Monhystera</i> , <i>Panagrolaimus</i> , <i>Mesorhabditis</i> ...
2	Maior tempo de geração e menos fecundidade que o grupo cp-1, muito tolerantes a condições adversas e podem se tornar criptobióticos, principalmente bacteriófagos e micófitos	<i>Cruzanema</i> , <i>Psilenchus</i> , <i>Aphelenchus</i> , <i>Seinura</i> , <i>Acrobeles</i> ...
3	Maior tempo de geração e maior sensibilidade a condições adversas que o grupo cp-2. Micófitos, bacteriófagos e predadores	<i>Helicotylenchus</i> , <i>Meloidogyne</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Rotylenchus</i> , <i>Criconemella</i> ...
4	Tempo de geração maior, menor fecundidade e maior sensibilidade a distúrbios. Além de outras funções tróficas, espécies de pequenos onívoros	<i>Alaimus</i> , <i>Doryllium</i> , <i>Trichodorus</i> , <i>Dorylaimus</i> , <i>Thornia</i> , <i>Mononchus</i> ...
5	Maior tempo de geração, maior tamanho corporal, menor fecundidade e maior sensibilidade a distúrbios entre todos os grupos. Predominantemente predadores e onívoros	<i>Xiphinema</i> , <i>Mesodorylaimus</i> , <i>Prodorylaimus</i> , <i>Laimydorus</i> ...

O Índice de Estrutura (SI) é baseado na abundância relativa de guildas sensíveis após ponderamento de nematoides onívoros e predadores, os quais se reestabelecem em longo prazo quando a intensidade do manejo é reduzida (CARDOSO, 2014; SÁNCHEZ-MORENO et al., 2009; BRIAR et al., 2007). Além disso, o SI indica as ligações tróficas da cadeia alimentar do solo, representando progressões ao longo do tempo na estrutura da cadeia alimentar do solo devido a distúrbios e durante recuperação de determinada área (CARDOSO, 2014; BRIAR et al., 2012; SÁNCHEZ-MORENO et al., 2009; FERRIS; BONGERS; de GOEDE, 2001). A estabilidade de um ecossistema é indicada através de altos valores de MI e SI, sendo caracterizada por dominância de nematoides maiores com longo ciclo de vida.

O Índice de Enriquecimento (EI) retrata a resposta de decompositores primários (bactérias e fungos) à disponibilidade de recursos (BRIAR et al., 2012; SÁNCHEZ-MORENO et al., 2009). Os altos valores desse índice indicam a predominância de nematoides oportunistas de enriquecimento (bacteriófagos e micófitos), dentro da comunidade de nematoides, quando a atividade microbiana aumenta seguido de distúrbio (FERRIS; BONGERS; de GOEDE, 2001).

O Índice de Canal (CI) é indicador da via de decomposição da matéria orgânica do solo (BRIAR et al., 2012; SÁNCHEZ-MORENO et al., 2009). Além disso, o CI funciona como medida quantitativa do fluxo de carbono e energia através dos canais e decomposição da matéria orgânica do solo. Portanto, os altos valores de EI indicam rápida decomposição da

matéria orgânica mediada por bactérias; contrariamente, altos valores de CI indicam lenta decomposição da matéria orgânica do solo mediada por fungos (SÁNCHEZ-MORENO et al., 2009; FERRIS; BONGERS; de GOEDE, 2001).

O Índice Basal (BI) indica uma cadeia alimentar perturbada devido a estresses, incluindo limitação de recursos, condições ambientais adversas ou contaminação (FERRIS; BONGERS; de GOEDE, 2001). A ação desses estresses na cadeia alimentar do solo resulta na predominância de nematoides oportunistas, os quais são tolerantes a distúrbios no solo (SÁNCHEZ-MORENO et al., 2006; FERRIS; BONGERS; de GOEDE, 2001). Os valores elevados do BI indicam cadeias alimentares curtas, com a predominância de nematoides de baixos níveis tróficos na comunidade (SÁNCHEZ-MORENO et al., 2009).

Diante do exposto, percebe-se a importância dos atributos edáficos, principalmente, dos nematoides do solo, como indicadores e avaliadores da qualidade edáfica agrícola e natural. A eficiência desses índices foi confirmada por Liu et al. (2013) no tocante à avaliação do manejo agrícola na qualidade do solo. Segundo Mendes et al. (2009) estudos que incluem bioindicadores em análises edáficas podem comprovar a sustentabilidade de práticas de manejo conservacionistas e servem para alertar agricultores sobre sistemas de manejo prejudiciais à qualidade edáfica. Os últimos autores ainda citam que os bioindicadores podem ser utilizados para ecocertificação de produtos agrícolas, valoração de terras e serviços ambientais, dentre outros.

5. Geoestatística e variabilidade espacial de atributos edáficos

A geoestatística originou-se na África do Sul por meio de estudos do estatístico H. S. Sichel e do engenheiro de minas D. G. Krige. Dados de concentração de ouro foram avaliados e percebeu-se a relação da distância entre pontos amostrados e a variância dos dados (VIEIRA, 2000). Com o auxílio de Matheron (1963), líder do grupo Centre de Morphologie Mathematique na França, surgiu a Teoria das Variáveis Regionalizadas, baseado nos dados de Krige (1951).

Os métodos estimadores, como semivariograma, covariograma ou correlograma, são utilizados na geoestatística para avaliar a variabilidade espacial dos dados (YUPENG; MIGUEL, 2011), com o objetivo de visualizar os valores de um processo estocástico em regiões ou pontos não amostrados por meio da krigagem (MAZZELLA; MAZZELLA, 2013; CRESSIE, 1990). Podem-se citar três tipos de semivariogramas: verdadeiro, experimental e teórico (GUERRA, 1988). Ainda segundo Guerra (1988), o semivariograma verdadeiro

apresenta a dependência real, a qual é desconhecida; o experimental é obtido por meio dos valores das variáveis nos pontos amostrados; e o teórico é obtido após ajuste de um modelo teórico ao semivariograma experimental. Segundo Mazzella e Mazzella (2013) os modelos teóricos mais comumente utilizados são exponencial, gaussiano, esférico e linear.

A dependência espacial é calculada pela seguinte equação (ISAACS; SRIVASTAVA, 1989):

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

onde:

$\gamma(h)$ - semivariância para a distância h ;

$Z(x_i)$ - valor amostrado na posição x_i ;

$Z(x_i + h)$ - valor da mesma variável para alguma distância h , em qualquer direção

h - distância entre medições.

$N(h)$ - número de pares de valores analisados.

De posse dos semivariogramas experimentais, procede-se o ajuste dos mesmos a um dos modelos teóricos usuais, conforme equações (2, 3, 4 e 5) abaixo:

Modelo Exponencial:

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left[1 - e^{-\left(\frac{h}{a}\right)} \right], \quad h \neq 0 \quad (2)$$

Modelo Gaussiano:

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left[1 - e^{-\left(\frac{h^2}{a^2}\right)} \right], \quad h \neq 0 \quad (3)$$

Modelo Esférico:

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left[1,5 \frac{h}{a} - 0,5 \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right], \quad 0 < h < a \quad (4a)$$

e

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1, \quad h > a \quad (4b)$$

Modelo linear:

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left(\frac{h}{a} \right), \quad 0 \leq h \leq a \quad (5a)$$

e

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1, \quad h > a \quad (5b)$$

Segundo Vieira (1998), a variabilidade dos atributos edáficos sempre existiu e deve ser considerada em toda amostragem a nível de campo. Essa variabilidade espacial das propriedades do solo é devido ao uso e ocupação da terra, processos de formação pedológica e manejo realizado em determinada área (COSTA, 2012). Esses fatores interagem espacial e temporalmente entre si e são posteriormente modificados por processos erosivos e de deposição (IQBAL et al., 2005).

A geoestatística vem sendo usada para detectar tal variabilidade, visto que a estatística clássica desconsidera a dependência entre amostras (DOURADO NETO, 1989). Diversos estudos avaliaram a variabilidade espacial dos atributos edáficos e de nematoides do solo utilizando os princípios da geoestatística (OLIVEIRA, 2014; ZHANG; SHAO, 2014; LUAN et al., 2013; MORIYAMA et al., 2013; PENG et al., 2013; SANTOS et al., 2013; SILVA et al., 2013; VIKETOFT, 2013; CARDOSO et al., 2012; SANTOS; GONTIJO; NICOLE, 2012; AMIRINEJAD et al., 2011; PAZ; VISCONTI; RUBIO, 2011; SILVA et al., 2010; SILVA; PASSOS; BELTRÃO, 2009; SOUZA; MONTENEGRO; FREIRE, 2008; IQBAL et al., 2005). Assim, o uso da geoestatística é de grande importância para a agricultura de precisão e controle de pragas agrícolas, pois por meio dos mapas temáticos pode-se identificar áreas com maiores densidades populacionais de nematoides parasitas de planta, menores teores de nutrientes e outras características essenciais para um cultivo adequado.

5.1 Atributos físicos

Iqbal et al. (2005) conduziram um experimento em planície aluvial nos Estados Unidos com o objetivo de determinar o grau de dependência espacial de atributos físicos do solo. Os autores observaram de moderada a forte dependência espacial para todas as propriedades em todas as profundidades estudadas; adicionalmente, os autores observaram que a densidade do solo aumentou da camada superficial para horizontes mais profundos,

indicando processos de deposição, os quais são comuns em solos aluviais (SANTOS, K. S. et al., 2012).

Santos, K. S. et al. (2012) avaliaram a variabilidade espacial de atributos físicos de Neossolo Flúvico de vale aluvial no Semiárido Pernambucano e observaram baixa variabilidade para densidade do solo e de partículas e porosidade total do solo; e média variabilidade para as frações do solo, com moderado grau de dependência espacial para areia total e silte. Silva et al. (2010), por outro lado, observaram fraca dependência espacial para as frações primárias em Neossolo Flúvico no Semiárido Pernambucano.

Ao trabalhar em Cambissolo na Índia, Amirinejad et al. (2011) observaram forte grau de dependência espacial para a DS nas camadas de 0,00-0,15 e 0,15-0,30 m. Ao passo que Silva, Passos e Beltrão (2009) verificaram graus de dependência espacial distintos para a DS na profundidade de 0,00-0,20 m de Latossolo de acordo com o sistema de cultivo, apresentando moderada a alta dependência espacial no sistema convencional e forte dependência espacial no sistema de cultivo direto.

Os modelos teóricos esférico e exponencial são os comumente ajustados à densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade do solo (SOUZA; MARQUES JÚNIOR; PEREIRA, 2004, CAMPOS et al., 2007). Com relação aos valores de alcance, os maiores estão associados à porosidade total e umidade do solo (SOUZA; MARQUES JÚNIOR; PEREIRA, 2004) e os menores à resistência mecânica do solo à penetração (GREGO; VIEIRA, 2005).

Contudo, poucos estudos avaliaram mudanças na variabilidade espacial de atributos físicos do solo com incorporação da torta de nim. Oliveira (2014) não observou diferença significativa para nenhum atributo físico de Neossolo Regolítico cultivado com pimentão em região semiárida um mês após a adição da matéria orgânica ao solo.

5.2. Atributos químicos

Souza, Montenegro e Freire (2008) observaram média variabilidade para a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE) de Neossolo Flúvico cultivado com cenoura sob manejos diferentes em vale aluvial no Semiárido Pernambucano. Do mesmo modo, Oliveira (2014) observou média variabilidade para CE sob cultivo de pimentão em Neossolo Regolítico na mesma região. Contrariamente, Silva et al. (2013) encontraram alta variabilidade para CE em Neossolo Flúvico cultivado com cenoura; e Paz, Visconti e Rubio

(2011) também observaram alta variabilidade para CE em Fluvisolos calcárico e hiposálico cultivados com citrus em planície aluvial na Espanha.

Estudos recentes indicam que o carbono orgânico em áreas semiáridas e áridas é susceptível a variações climáticas e uso da terra (PAUL et al., 2013; ZHANG; SHAO, 2014). Peng et al. (2013) ao estudar a variabilidade espacial do carbono orgânico (CO) e do nitrogênio total do solo (NT) em Cambissolo em região semiárida na China, observaram média variabilidade e forte grau de dependência espacial para para o CO e NT. Do mesmo modo, Silva et al. (2013) observaram média variabilidade para CO na camada de 0,00-0,20 m de Neossolo Flúvico no Semiárido Pernambucano. Zhang e Shao (2014) observaram média variabilidade e forte grau de dependência espacial para CO nas profundidades estudadas de solo derivado de materiais aluviais do deserto de Gobi, China.

Comparando-se os atributos químicos do solo entre si, menores variabilidades podem ser observadas para o pH do solo (FRANÇA et al., 2000; SOUZA et al., 2004; PONTELLI, 2006; SILVA et al., 2007; ROGER et al., 2014), ao passo que maiores variabilidades são comuns para nutrientes P e K (SILVA et al., 2003; PONTELLI, 2006; MACHADO et al., 2007). As dependências espaciais entre moderada e forte são comumente reportadas para os atributos químicos do solo (SILVA et al., 2003; MACHADO et al., 2007; ZANÃO JÚNIOR; LANA; GUIMARÃES, 2007), tendo como modelos que melhor se ajustam, o esférico e o exponencial (CAVALCANTE et al., 2007; ZANÃO JUNIOR; LANA; GUIMARÃES, 2007).

A torta de nim também afeta a variabilidade espacial de atributos químicos do solo, porém estudos sobre esse tópico ainda são escassos. Kapagianni et al. (2010) não observaram efeito a curto prazo da aplicação da torta de nim sobre o conteúdo de carbono e nitrogênio do solo, possivelmente devido a pequena quantidade do material adicionado ao solo. Porém, ao avaliar o efeito da incorporação da torta de nim nos atributos químicos do solo, Oliveira (2014) observou que os nutrientes disponíveis às plantas se apresentavam mais espacialmente homogêneos um mês após a aplicação da torta de nim em Neossolo Regolítico, sob o cultivo de pimentão.

5.3. Atributos Biológicos

A temperatura, a salinidade e a umidade do solo são fatores importantes, pois influenciam diretamente a composição das comunidades microbianas do solo (CHOWDHURY; MARSCHNER; BURNS, 2011). A respiração do solo é o resultado de processos biológicos realizados pela comunidade microbiana e raízes do solo (BRÉCHET et

al., 2011) e, pode-se concluir que, os fatores citados controlam a variabilidade espaço-temporal deste atributo (MORIYAMA et al., 2013; LOU et al., 2012; CHOWDHURY; MARSCHNER; BURNS, 2011; OHASHI; GYOKUSEN, 2007).

Adicionalmente, alguns estudos citam outros atributos do solo – pH, densidade, porosidade, densidade de raízes, biomassa microbiana e conteúdos de carbono e nitrogênio – que influenciam direta e/ou indiretamente a distribuição espacial da respiração do solo (BARBA et al., 2013; LUAN et al., 2013; FIENER et al., 2012; JIANG et al., 2011). Oliveira (2014) observou que a aplicação de resíduos vegetais – torta de nim – também influencia a distribuição espacial da respiração do solo, possivelmente devido a maior disponibilidade de matéria orgânica para as comunidades microbianas.

Em relação aos nematoides do solo, Ferris e Wilson (1987) descrevem a distribuição dos mesmos como uniforme e/ou agregada, a depender da escala de avaliação. Segundo os autores, os nematoides apresentam distribuição: i) uniforme em escalas territoriais, ii) agregada em escalas de campo e iii) muito agregada em escala de sistema radicular. Essa variabilidade resulta em dependência espacial dos nematoides no campo (WALLACE; HAWKINS, 1994), sendo utilizada a geoestatística para avaliar padrões de distribuição espacial e, conseqüentemente, monitorar áreas infestadas (FARIAS et al., 2002).

Além disso, o padrão de distribuição espacial de fitonematoides é caracterizado por macro e micro componentes, sendo os primeiros relativos a propriedades intrínsecas ao solo – atributos físico-químicos dominantes –; e os últimos, à morfologia do sistema radicular da cultura, ao ciclo de vida e hábitos alimentares desse fitonematoides (BARDGETT; WARDLE, 2010; BARDGETT, 2005; FERRIS; MULLENS; FOORD, 1990). Torres et al. (2006) objetivaram identificar padrões de distribuição espacial de nematoides em área cultivada com melão sob clima semiárido e observaram graus de dependência espacial variando de moderado a forte para *Dorylaimídeos* e *Rotylenchulus reniformis*.

O mapeamento de áreas de risco de *Meloidogyne incognita*, as quais excedem o nível de dano de 100 indivíduos J2 por 100 cm³ de solo, em solo arenoso cultivado com algodão foi realizado por Ortiz et al. (2010). Os autores utilizaram diferentes amostragens (de 35 a 99 amostras) e observaram que há maior incerteza da presença de áreas altamente infestadas quanto menor for o número de amostras coletadas. Esse trabalho serve de alerta, principalmente, aos pequenos produtores rurais que coletam poucas amostras para quantificar infestações por nematoides.

Viketoft (2013) avaliou a importância de atributos vegetativos, espaciais e abióticos na distribuição espacial de nematoides em área de pradaria seminatural na Suécia, observando

efeitos praticamente idênticos para as variáveis estudadas sob a composição dos nematoides. A caracterização dos padrões de distribuição se deu por grandes manchas com médias densidades populacionais e pequenas manchas com densidade populacional baixa ou alta.

O conhecimento da variabilidade espacial de microrganismos também é importante em áreas nativas, a fim de se detectar os distúrbios causados pelo manejo aplicado em área agrícola. Recentemente, Cardoso et al. (2012) avaliaram a dependência espacial das comunidades de nematoides em áreas intensamente cultivada com cana-de-açúcar e em remanescente de Mata Atlântica. Os resultados encontrados evidenciam que as práticas de manejo intensivo contribuem para uma maior dispersão de nematoides, enquanto que, sob vegetação nativa, o padrão de distribuição dos mesmos é agregado.

Porazinska et al. (2012) avaliaram padrões de distribuição espacial (entre florestas temperada e tropical) e vertical (entre habitats – solo, serrapilheira e copa – da mesma floresta) e observaram que a floresta tropical apresenta maior diversidade de nematoides e que 80% dos mesmos se encontram no solo. Os autores também destacam que as comunidades de nematoides foram diferentes entre as florestas, indicando que há padrões biogeográficos para a microbiota.

A incorporação da torta de nim também pode modificar a variabilidade espacial de nematoides do solo, diminuindo a zona de influência desses microrganismos ao longo de determinada área, como observado por Oliveira (2014).

6. Neossolos

Os solos de regiões semiáridas geralmente apresentam pouco desenvolvimento devido às condições ambientais (MAIA et al., 2006) sendo predominantes as classes de Neossolos. Os Neossolos ocupam 14,57% (1.246.898,89 Km²) do território brasileiro IBGE (2001, *apud* FREITAS, 2013) e, mais especificamente, 27,55% (451 mil km²) da região Nordeste (COELHO et al., 2002). Ainda segundo Coelho et al. (2002) os Neossolos apresentam distribuição geográfica regionalizada, ocorrendo em todo território nacional.

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), Neossolos fazem parte de um grupo de solos pouco desenvolvidos, ausentes de horizonte B diagnóstico, ocorrendo apenas individualização de horizonte A seguido de C ou R, com predomínio de características herdadas do material de origem. Podem ser classificados no segundo nível categórico em Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Flúvicos

e Neossolos Quartzarênicos, sendo diferentes segundo a profundidade do contato lítico e tipo de relevo onde se encontram (plano a montanhoso) (EMBRAPA, 2006)

Os Neossolos apresentam limitações ao uso agrícola, pois são extremamente arenosos, apresentam baixa fertilidade, toxidez por alumínio, baixa capacidade de retenção de água e elevada erodibilidade (COELHO et al., 2002). Ainda segundo Coelho et al. (2002), por causa da diversidade de fatores formadores do solo, a região nordestina possui áreas plenamente satisfatórias para o cultivo, as quais podem trazer desenvolvimento e melhor qualidade de vida à população, contanto que sejam realizados manejo e uso da terra adequados.

Os Neossolos Regolíticos são geralmente originados da alteração intempérica de granitos e gnaisses, apresentando classes texturais variadas, além de apresentar boa reserva de nutrientes para as plantas. Podem possuir atributos eutróficos ou distróficos, com baixos teores de carbono orgânico total e P, além de caráter solódico, resultantes de sua gênese, conferindo em diferenças nas propriedades morfológicas, físicas e mineralógicas (SANTOS, J. C. B. et al., 2012; OLIVEIRA, 2008).

Santos, J. C. B. et al. (2012) apontam a importância de estudos de caracterização de solos em regiões ainda pouco exploradas, do ponto de vista pedológico, como a região semiárida Pernambucana, permitindo sistematizar informações sobre as propriedades dos solos, as quais servirão subsídio para o desenvolvimento de práticas de manejo e uso sustentável, bem como, para recuperação de áreas degradadas nessa região. Os autores concluem que a textura predominantemente arenosa, os baixos teores de matéria orgânica e bases trocáveis, associados ao clima semiárido, são os principais fatores limitantes à produção agrícola dos Neossolos Regolíticos no estado de Pernambuco.

Oliveira (2014) estudou a dinâmica espacial de atributos edáficos em Neossolo Regolítico do estado de Pernambuco cultivado com pimentão (*C. annuum*) sob manejo da torta de nim e observaram maior homogeneização de nutrientes disponíveis às plantas e crescimento dos pimenteiros um mês após a incorporação da torta de nim; por outro lado, não foi possível detectar variações nos atributos físicos do solo. Esses resultados sugerem que o uso da torta de nim no Semiárido pernambucano pode ser uma alternativa viável ao aumento da produção de agricultores familiares.

Diante do exposto, os efeitos diretos e indiretos de derivados do nim sobre a cultura da goiabeira e atributos do solo ainda não foram completamente vislumbrados, especialmente em diferentes condições edafoclimáticas. Objetivou-se com o presente estudo analisar a estrutura da dependência espacial e avaliar o efeito da torta de nim sobre atributos edáficos, nematofauna e crescimento de goibeiras no Semiárido Pernambucano.

Referências bibliográficas

ABBASI, P. A.; RIGA, E.; CONN, K. L.; LAZAROVITS, G. Effect of neem cake soil amendment on reduction of damping-off severity and population densities of plant-parasitic nematodes and soilborne plant pathogens. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Londres, v. 27, n. 1, p. 38-45, 2005.

ABREU, J. R.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; LIMA, L. C. O. Sugar fractionation and pectin content during the ripening of guava cv. Pedro Sato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 156-162, 2012a.

ABREU, J. R.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CASTRO, E. M. Histochemistry and morphoanatomy study on guava fruit during ripening. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 179-186, 2012b.

AERTS, R. J.; MORDUE, J. Feeding deterrence and toxicity of neem triterpenoids. **Journal of Chemical Ecology**, Dordrecht, v. 23, n. 9, p. 2117-2132, 1997.

AKHTAR, M. Utilisation of plant-origin waste materials for the control of plant-parasitic nematodes. **Bioresource Technology**, v. 46, n. 3, p. 255-257, 1993.

AKHTAR, M.; MALIK, A. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: A review. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p. 35-47, 2000.

ALENCAR, R. D. **Adubação nitrogenada e potássica na produção e qualidade de goiabas no Distrito Irrigado do Baixo Açu (RN)**. 2011. 76 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.

ALMEIDA, A. M.; SOUZA, R. M.; GOMES, V. M.; MIRANDA, G. B. Greenhouse and field assessment of different organic compounds against guava-parasitic *Meloidogyne enterolobii*. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p. 67-74, 2012.

ALMEIDA, A. M.; SOUZA, R. M.; GOMES, V. M.; FERREIRA, T. F.; MUSSI-DIAS, V. Field assessment of meat and bone meal for management of guava orchards affected by guava decline. **Nematropica**, Flórida, v. 43, n. 2, p. 247-253, 2013.

AMIRINEJAD, A. A.; KAMBLE, K.; AGGARWAL, P.; CHAKRABORTY, D.; PRADHAN, S.; MITTAL, R. B. Assessment and mapping of spatial variation of soil physical health in a farm. **Geoderma**, Amsterdam, v. 160, p. 292-303, 2011.

BARBA, J.; YUSTE, J. C.; MARTÍNEZ-VILALTA, J.; LLORET, F. Drought-induced tree species replacement is reflected in the spatial variability of soil respiration in a mixed Mediterranean forest. **Forest Ecology & Management**, Amsterdam, v. 306, p. 79-87, 2013.

BARDGETT, R. D. **The Biology of Soil: a Community and Ecosystem Approach**. Nova Iorque: Oxford University Press, 2005. 254p.

BARDGETT, R. D.; WARDLE, D. A. **Aboveground-Belowground Linkages: Biotic Interactions, Ecosystem Processes, and Global Change**. Nova Iorque: Oxford University Press, 2010. 320p.

BARKER, K. R.; KOENNING, S. R. Developing sustainable systems for nematode management. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 36, p. 165–205, 1998.

BATISDA, F.; ZSOLNAY, A.; HERNÁNDEZ, T.; GARCÍA, C. Past, present and future of soil quality indices: A biological perspective. **Geoderma**, Amsterdam, v. 147, n. 3-4, p. 159-171, 2008.

BEARE, M. H.; PARMELEE, R. W.; HENDRIX, P. F.; CHENG, W.; COLEMAN, D. C.; CROSSLEY, J. Microbial and faunal interactions and effects on litter nitrogen and decomposition in agroecosystems. **Ecological Monographs**, Nova Iorque, v. 62, n. 4, p. 569–591, 1992.

BISPO, W. M. S. **Respostas fisiológicas de goiabeira ‘Paluma’ parasitada por *Meloidogyne mayaguensis* sob condições controladas e de campo**. 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

BLAXTER, M. Nematodes: The worm and its relatives. **PLoS Biology**, São Francisco, v. 9, n. 4, p. e1001050, 2011.

BOAG, B.; YEATES, G. W. Soil nematode biodiversity in terrestrial ecosystems. **Biodiversity & Conservation**, Dordrecht, v. 7, n. 5, p. 617–630, 1998.

BONGERS, T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. **Oecologia**, Cambridge, v. 83, n. 1, p. 14-19, 1990.

BONGERS, T.; BONGERS, M. Functional diversity of nematodes. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 10, n. 3, p. 239-251, 1998.

BONGERS, T.; FERRIS, H. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 14, n. 6, p. 224-228, 1999.

BONILLA, N.; GUTIÉRREZ-BARRANQUERO, J. A.; VICENTE, A.; CAZORLA, F. M. Enhancing soil quality and plant health through suppressive organic amendments. **Diversity**, Basel, v. 4, n. 4, p. 465-491, 2012.

BRÉCHET, L.; PONTON, S.; ALMÉRAS, T.; BONAL, D.; EPRON, D. Does spatial distribution of tree size account for spatial variation in soil respiration in a tropical forest? **Plant and Soil**, Nova Iorque, v. 347, n. 1-2, p. 293-303, 2011.

BRIAR, S. S.; GREWAL, P. S.; SOMASEKHAR, N.; STINNER, D.; MILLER, S. A. Soil nematode community, organic matter, microbial biomass and nitrogen dynamics infield plots transitioning from conventional to organic management. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 37, p. 256-266, 2007.

BRIAR, S. S.; BARKER, C.; TENUTA, M.; ENTZ, M. H. Soil nematode responses to crop management and conversion to native grasses. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 44, n. 3, p. 245-254, 2012.

CAMPOS, M. C. C.; FERRAZ, F. B.; FREITAS, E. W. S.; SOUZA, Z. M. Dependência espacial de atributos físicos e hídricos de um Espodossolo da zona da mata de Pernambuco. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Macapá, n.7, p. 84-91, 2007.

CARDOSO, M. O.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. F.; BARROS, P. Â. Effects of soil mechanical resistance on nematode community structure under conventional sugarcane and remaining of Atlantic Forest. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 184, n. 6, p. 3529-3544, 2012.

CARDOSO, M. S. O. **Avaliação da qualidade do solo cultivado com cana-de-açúcar e de fragmentos de Floresta Atlântica por meio de índices ecológicos e atividade metabólica de nematoides**. 2014. 123 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

CARNEIRO, R. M. D. G.; MOREIRA, W. A.; ALMEIDA, M. R. A.; GOMES, A. C. M. M. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 25, n. 2, p. 223-228, 2001.

CARNEIRO, R. M. D. G.; CIROTTO, P. A.; QUINTANILHA, A. P.; SILVA, D. B.; CARNEIRO, R. G. Resistance to *Meloidogyne mayaguensis* in *Psidium* spp. accessions and

their grafting compatibility with *P. guajava* cv. Paluma. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 281-284, 2007.

CARNEIRO, R. M. D. G.; HIDALGO-DÍAZ, L.; MARTINS, I.; SILVA, K. F. A. S.; SOUSA, M. G.; TIGANO, M. S. Effect of nematophagous fungi on reproduction of *Meloidogyne enterolobii* on guava (*Psidium guajava*) plants. **Nematology**, Flórida, v. 13, n. 6, p. 721-728, 2011.

CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n.31, n. 6, p.1329-1339, 2007.

CAVOSKI, I.; CHAMI, Z. A.; BOUZEBBOUDJA, F.; SASANELLI, N.; SIMEONE, V.; MONDELLI, D.; MIANO, T.; SARAIS, G.; NTALLI, N. G.; CABONI, P. *Melia azedarach* controls *Meloidogyne incognita* and triggers plant defense mechanisms on cucumber. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 35, p. 85-90, 2012.

CHANDRA, R.; KAMLE, M.; BAJPAI, A. Guava: Advances in horticultural biotechnology. In: SINGH, H. P.; PARTHASARTHY, V. A.; BABU, N. (Eds.). **Regeneration systems-perennial fruit crops plants and spices**. Nova Déli: Westville Publishers, 2010. p. 103-120.

CHARI, M. S. Neem and transfer of technology. In: SINGH, R. P.; CHARI, M. S.; RAHEJA, K.; KRAUS, W. (Eds.). **Neem and Environment**. Nova Déli: Oxford and IBH publishing, 1996. P. 27-38.

CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; GUIMARÃES, L. M. P.; MARANHÃO, S. R. V. L.; OLIVEIRA, M. K. R. S. Utilização de produtores alternativos no manejo de nematoides da cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 3, p. 260-264, 2009.

CHOWDHURY, N.; MARSCHNER, P.; BURNS, R. Response of microbial activity and community structure to decreasing soil osmotic and matric potential. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 344, n. 1-2, p. 241-254, 2011.

COELHO, M. R.; SANTOS, H. G.; SILVA, E. F.; AGLIO, M. L. D. O recurso natural do solo. In: MANZATTO, C. V. (Org.). **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2002. p. 1-12.

COLLANGE, B.; NAVARRETE, M.; PEYRE, G.; MATEILLE, T.; TCHAMITCHIAN, M. Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: The challenge

of an agronomic system analysis. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 30, n. 10, p. 1251-1262, 2011.

COSTA, A. F. S.; PACOVA, B. E. V. Botânica e variedades. In: COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N. (Eds). **Tecnologias para produção de goiaba**. Vitória: INCAPER, 2003. p. 27-56.

DALE, V. H.; BEYELER, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, v. 1, p. 3–10, 2001.

DANTAS NETO, J.; MACIEL, J. L.; ALVES, A. S.; AZEVEDO, C. A. V.; FERNANDES, P. D.; LIMA, V. L. A. Teores de macronutrientes em folhas de goiabeira fertirrigada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 962-968, 2013.

DOIHARA, I. P. **Efeito da aplicação de extrato pirolenhoso, óleo de nim (*Azadirachta indica*) e Acibenzolar-S-metil sobre a interação nematoide-planta hospedeira**. 2005. 73 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 3-21.

DORAN, J. W.; PARKIN, T.B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Eds.) **Methods for Assessing Soil Quality**. Madison: Soil Society of America, 1996. p. 25-37.

DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M. A. Soil health and sustainability. In: SPARKS, D. L. (Eds.) **Advances in Agronomy**. Academic Press, 1996. p. 1-54.
DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 3-11, 2000.

DuPONT, S. T.; FERRIS, H.; HORN. M. V. Effects of cover crop quality and quantity on nematode-based soil food webs and nutrient cycling. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 41, n. 2, p. 157-167, 2009.

EL-BORAI, F. E.; DUNCAN, L. W. Nematode parasites of subtropical and tropical fruit tree crops. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. (Eds.) **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Kyng's Lynn: Biddles Ltd., 2005. p. 467-493.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA solos, 2006. 306p.

FARIAS, P. R. S.; SANCHEZ-VILA, X.; BARBOSA, J. C.; VIEIRA, S. R.; FERRAZ, L. C. C. B.; SOLÍS-DELFIN, J. Using geostatistical analysis to evaluate the presence of *Rotylenchulus reniformis* in cotton crops in Brazil: Economic implications. **Journal of Nematology**, Florida, v. 34, n. 3, p. 232-238, 2002.

FERRAZ, S.; VALLE, L.A. C. **Controle de fitonematóides por plantas antagônicas**. Viçosa: UFV, 1997. 73p. (Cadernos Didáticos, 7)

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A., DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa-MG: UFV, 2010. 304 p.

FERRIS, H.; WILSON, L. T. Concepts and principles of population dynamics. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D. W. (Eds.). **Vistas on nematology**: A commemoration of the twenty-fifth anniversary of the Society of Nematologists. Hyattsville: Society of Nematologists, 1987. p. 372-376.

FERRIS, H.; MULLENS, T.A.; FOORD, K.E. Stability and characteristics of spatial description parameters for nematode populations. **Journal of Nematology**, Florida, v. 22, n. 4, p.427-439, 1990.

FERRIS, H.; VENETTE, R. C.; VAN DER MEULEN, H. R.; LAU, S. S. Nitrogen mineralization by bacterial feeding nematodes: verification and measurement. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 203, n. 2, p. 159–171, 1998.

FERRIS, H.; BONGERS, T.; de GOEDE, R. G. M. A framework for soil food web diagnostics: extension of nematode faunal analysis concept. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 13-29, 2001.

FERRIS, H.; VENETTE, R. C.; SCOW, K. M. Soil management to enhance bacterivores and fungivores nematode populations and their nitrogen mineralization function. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 19–35, 2004.

FERRIS, H.; BONGERS, T. Indices for analysis of nematode assemblages. In: WILSON, M.; KAKOULI-DUARTE, T. (Eds.). **Nematodes as Environmental Biondicators**. Wallingford: CAB International, 2009. p. 124-145.

FERRIS, H. Form and function: metabolic footprints of nematodes in the soil food web. **European Journal of Soil Biology**, Londres, v. 46, n. 2, p. 97–104, 2010.

FERRIS, H.; SÁNCHEZ-MORENO, S.; BRENNAN, E. B. Structure, functions and interguild relationships of the soil nematode assemblage in organic vegetable production. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 61, 16-25, 2012.

FIENER, P.; DLUGOß, V.; KORRES, W.; SCHNEIDER, K. Spatial variability of soil respiration in a small agricultural watershed – Are patterns of soil redistribution important? **Catena**, Gießen, v. 94, p. 3-16, 2012.

FISCUS, D. A.; NEHER, D. A. Distinguishing sensitivity of free-living soil nematode genera to physical and chemical disturbances. **Ecological Applications**, Washington, v. 12, n. 2, p. 565-575, 2002.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO. **Mangoes, mangosteens, guavas**. 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>> Acesso em: 10 jul. 2014.

FRANÇA, G. E.; OLIVEIRA, A. C.; MANTOVANI, E. C.; ANDRADE, C. L. T.; MARRIEL, I. E. Análise preliminar de mapas de variabilidade da fertilidade de solo. In: BORÉM, A.; IUDICE, M. P.; QUEIROZ, D. M.; MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R.; OMIDE, R. L. (Eds). **Agricultura de precisão**. Viçosa: UFV, 2000, p. 339-356.

FREITAS, I. C. **Atributos de um Neossolo Quartzarênico da pré-Amazônia sob agroecossistemas de produção familiar**. 2013. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

FU, S.; COLEMAN, D. C.; HENDRIX, P. F.; CROSSLEY JUNIOR, D. A. Responses of trophic groups of soil nematodes to residue application under conventional tillage and no-till regimes. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 32, v. 11-12, p. 1731-1741, 2000.

GHOSH, S.; WILSON, B.; GHOSHAL, S.; SENAPATI, N.; MANDAL, B. Organic amendments influence soil quality and carbon sequestration in the Indo-Gangetic plains of India. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 156, p. 134-141, 2012.

GIRISH, K.; BHAT, S. S. Neem – A green treasure. **Electronic Journal of Biology**, Hangzhou, v. 4, n. 3, p. 102-111, 2008.

GOMES, V. M. **Declínio da goiabeira (*Psidium guajava* L.): etiologia e caracterização da sua patogênese**. 2011. 118 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

GOMES, V. M.; SOUZA, R. M.; MUSSI-DIAS, V.; SILVEIRA, S. F.; DOLINSKI, C. Guava decline: A complex disease involving *Meloidogyne mayaguensis* and *Fusarium solani*. **Journal of Phytopathology**, Malden, v. 159, n. 1, p. 45-50, 2011.

GOODSELL, P. J.; UNDERWOOD, A. J.; CHAPMAN, M. G. Evidence necessary for taxa to be reliable indicators of environmental conditions or impacts. **Marine Pollution Bulletin**, Filadélfia, v. 58, n. 3, p. 323–331, 2009.

GRAVANIS, F. T.; VAGELAS, I. K.; LEONTOPOULOS, S. V.; NATSIPOULOS, D. Nematicidal effects of *Azadirachta indica* seed extract on *Meloidogyne* spp. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Rosemead, v. 1, n. 1A, p. 136-141, 2011.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 169-177, 2005.

GUGINO, B. K.; IDOWU, O. J.; SCHINDELBECK, R. R.; VAN ES, H. M.; WOLFE, D. W.; MOEBIUS-CLUNE, B. N.; THIES, J. E.; ABAWI, G. S. 2. ed. **Cornell Soil Health Assessment Training Manual**. Geneva: Cornell University, 2009. 64p.

HAIR, J. E.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. (Eds.). **Análise multivariada de dados**. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 593p.

HEGDE, N. G. Neem and small farmers-constraints at grass root level. **The Indian Forester**, Dehadrun, v. 121, n. 11, p. 1040-1048, 1995.

HEINK, U.; KOWARIK, I. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. **Ecological Indicators**, v. 10, n. 3, p. 584–593, 2010.

HERNANDES, A.; PARENT, S.; NATALE, W.; PARENT, L. E. Balancing guava nutrition with liming and fertilization. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 34, n. 4, p. 1224-1234, 2012.

HUNT, D. J.; HANDOO, Z. A. Taxonomy, identification and principal species. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. (Eds.). **Root-knot nematodes**. Wallingford: CAB International, 2009. p. 55-97.

HUSSAIN, M. A.; MUKHTAR, T.; KAYANI, M. Z. Efficacy evaluation of *Azadirachta indica*, *Calotropus procera*, *Datura stramonium* and *Tagetes erecta* against root-knot nematodes *Meloidogyne incognita*. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 43, p. 197-204, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Mapa de solos do Brasil**: escala 1:5.000.000. 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Culturas temporárias e permanentes. **Produção Agrícola Municipal**, Rio de Janeiro, v. 37, p. 1-91, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Produção agrícola municipal**, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

INGHAM, E. R.; TROYMOW, J. A.; AMES, R. N.; HUNT, H. W.; MORLEY, C. R.; MOORE, J. C.; COLEMAN, D. C. Trophic interactions and nitrogen cycling in a semi-arid grassland soil. Part 2. System responses to removal of different groups of soil microbes or fauna. **Journal of Applied Ecology**, Londres, v. 23, p. 615–630, 1986.

IQBAL, J.; THOMASSON, J. A.; JENKINS, J. N.; OWENS, P. R.; WHISLER, F. D. Spatial variability analysis of soil physical properties of alluvial soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 69, n. 4, p. 1338-1350, 2005.

JAVED, N.; GOWEN, S. R.; INAM-UL-HAQ, M.; ANWAR, S. A. Protective and curative effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations on the development of root-knot nematodes *Meloidogyne javanica* in roots of tomato plants. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 26, n. 4, p. 530–534, 2007a.

JAVED, N.; GOWEN, S. R.; INAM-UL-HAQ, M.; ABDULLAH, K.; SHAHINA, F. Systemic and persistent effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 26, n. 7, p. 911-916, 2007b.

JAVED, N.; GOWEN, S. R.; EL-HASSAN, S. A.; INAM-UL-HAQ, M.; SHAHINA, F.; PEMBROKE, B. Efficacy of neem (*Azadirachta indica*) formulations on biology of root-knot nematodes (*Meloidogyne javanica*) on tomato. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 27, n. 1, p. 36–43, 2008.

JIANG, X.; WRIGHT, A. L.; WANG, J.; LI, Z. Long-term tillage effects on the distribution patterns of microbial biomass and activities within soil aggregates. **Catena**, Gießen, v. 87, n. 2, p. 276-280, 2011.

JOKELA, W.; POSNER, J.; HEDTCKE, J.; BALSER, T.; READ, H. Midwest cropping system effects on soil properties and on a soil quality index. **Agronomy Journal**, Madison, v. 103, n. 5, p. 1550-1562, 2011.

KAMIYAMA, A.; MARIA, I. C.; SOUZA, D. C. C.; SILVEIRA, A. P. D. Percepção ambiental dos produtores e qualidade do solo em propriedades orgânicas e convencionais. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 176-184, 2011.

KAPAGIANNI, P. D.; BOUTSIS, G.; ARGYROPOULOU, M. D.; PAPANTHEODOROU, E. M.; STAMOU, G. P. The network of interactions among soil quality variables and nematodes: short-term responses to disturbances induced by chemical and organic disinfection. **Applied Soil Ecology**, Amsterdã, v. 44, p. 67-74, 2010.

KARAVINA, C.; MANDUMBU, R. Phytoparasitic nematode management post-methyl bromide: Where to for Zimbabwe? **Journal of Agricultural Technology**, Bangcoc, v. 8, n. 4, p. 1141-1160, 2012.

KARLEN, D. L.; MAUSBACH, J. W.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F.; SCHUMAN, G. E. Soil quality: A concept, definition and framework for evaluation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 61, n. 1, p. 4-10, 1997.

KARLEN, D. L.; ANDREWS, S. S.; DORAN, J. W. Soil quality: Current concepts and applications. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 74, p. 1-40, 2001.

KARLEN, D. L.; DORAN, J. W.; WEINHOLD, B. J.; ANDREWS, S. S. Soil quality: Humankind's foundation for survival. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 58, n. 4, p. 172-179, 2003.

KARLEN, D. L.; ANDREWS, S. S. Soil quality, fertility, and health – Historical context, status and perspectives. In: SCHJØNNING, P.; ELMHOLT, S.; CHRISTENSEN, B. T. (Eds.). **Managing soil quality: Challenges in modern agriculture**. Wallingford: CAB International, 2004. p. 17-33.

KARLEN, D. L.; CAMBARDELLA, C. A.; KOVAR, J. L. COLVIN, T. S. Soil quality response to long-term tillage and crop rotation practices. **Soil & Tillage Research**, Oxford, v. 133, p. 54-64, 2013.

KHALIL, M. S. E. H.; ALLAM, A. F. G.; BARAKAT, A. S. T. Nematicidal activity of some biopesticide agents and microorganisms against root-knot nematode on tomato plants under greenhouse conditions. **Journal of Plant Protection Research**, Poznań, v. 52, n. 1, p. 47-52, 2012.

KHALIL, M. S. Abamectin and Azadirachtin as eco-friendly promising biorational tools in integrated nematodes management programs. **Journal of Plant Pathology and Microbiology**, Los Angeles, v. 4, n. 4, p. 1000174, 2013.

KHAN, A. M.; ALAM, M. M.; AHMAD, R. Mechanism of the control of plant parasitic nematodes as a result of the application of oil-cakes to the soil. **Indian Journal of Nematology**, Nova Déli, v. 4, p. 93-96, 1974.

KOENNING, S. R.; OVERSTREET, C.; NOLING, J. W.; DONALD, P. A.; BECKER, J. O.; FORTNUM, B. A. Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the united states for 1994. Supplement to the **Journal of Nematology**, Flórida, v. 31, n. 4S, p. 587-618, 1999.

KORTHALS, G. W.; THODEN, T. C.; VAN DEN BERG, W.; VISSER, J. H. M. Long-term effects of eight soil health treatments to control plant-parasitic nematodes and *Verticillium dahlia* in agro-ecosystems. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 76, p. 112-123, 2014.

KOSMA, P.; AMBANG, Z.; BEGOUDE, B. A. D.; HOOPEN, G. M. T.; KUATE, J.; AKOA, A. Assessment of nematicidal properties and phytochemical screening of neem seed formulations using *Radopholus similis*, parasitic nematode of plantain in Cameroon. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 30, n. 6, p. 733-738, 2011.

KRIGE, D. A Statistical Approach to some mine valuation and allied problems on Witwatersrand. **The journal of the Chemical, Metallurgical & Mining Society of South Africa**, Joanesburgo, v. 52, n. 6, p. 119-139, 1951.

LAMBSHEAD P. J. D.; BOUCHER G. Marine nematode deep-sea biodiversity – hyperdiverse or hype? **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 475–485, 2003.
LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: UNESP, 2003. 226 p.

LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. **Conservation and enhancement of soil quality. Evaluation for sustainable land management in the developing world.** Bangkok: International Board for Soil Research and Management, 1991. p. 175-203.

LEE, W. C.; MAHMUD, R.; PILLAI, S.; PERUMAL, S.; ISMAIL, S. Antioxidant activities of essential oil of *Psidium guajava* L. leaves. **APCBEE Procedia** 2, v.2, p. 86-91, 2012.

LETEY, J.; SOJKA, R. E.; UPCHURCH, D. R.; CASSEL, D. K.; OLSON, K. R.; PAYNE, W. A.; PETRIE, S. E.; PRICE, G. H.; REGINATO, R. J.; SCOTT, H. D.; SMETHURST, P.J.; TRIPLETT, G. B. Deficiencies in the soil quality concept and its application. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 58, n. 4, p. 180-187, 2003.

LI, Y. J., WU, J. H., CHEN, H. L. AND CHEN, J. K. Nematodes as bioindicators of soil health: Methods and applications. **Chinese Journal of Applied Ecology**, v. 16, n. 8, p. 1541-1546, 2005.

LIMA, J. P. R.; MIRANDA, E. A. A. Fruticultura irrigada no Vale do São Francisco: Incorporação tecnológica, competitividade e sustentabilidade. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. Especial, p. 611-632, 2001.

LIMA, I. M.; SOUZA, R. M.; SILVA, C. P.; CARNEIRO, R. M. D. G. *Meloidogyne* spp. from preserved areas of Atlantic Forest in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 29, n. 1, p. 31-38, 2005.

LINFORD, M. B.; YAP, Y.; OLIVEIRA, J. M. Reduction of soil populations of root-knot nematode during decomposition of organic matter. **Soil Science**, v. 45, p. 127-40, 1938.

LIU, F.; ZHANG, J.; WANG, F.; LIANG, L. Response of soil nematode ecological and maturity indexes and faunal analysis to the conservation tillage. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 11, n. 2, p. 1111-1117, 2013.

LUAN, J.; LIU, S.; WANG, J.; ZHU, X. Factors affecting spatial variation of annual apparent Q_{10} of soil respiration in two warm temperate forests. **PLoS One**, São Francisco, v. 8, n. 5, p. e64167, 2013.

LUO, J.; CHEN, Y.; WU, Y.; SHI, P.; SHE, J.; ZHOU, P. Temporal-spatial variation and controls of soil respiration in different primary succession stages on Glacier Forehead in Gongga Mountain, China. **PLoS One**, São Francisco, v. 7, n. 8, p. e42354, 2012.

LYNN, O. M.; SONG, W.; SHIM, J.; KIM, J.; LEE, K. Effects of Azadirachtin and Neem-based formulations for the control of sweetpotato whitefly and root-knot nematode. **Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry**, Nova Iorque, v. 53, n. 5, p. 598-604, 2010.

MACHADO, L. O.; LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GUIMARÃES, E. C.; FERREIRA, C. V. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 591-599, 2007.

MAIA, S. M.; XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p. 837-848, 2006.

MANICA, I. Importância econômica. In: MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. (Eds.). **Fruticultura tropical 6**: goiaba. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. p. 9-22.

MARIN, R.; APEL, M. A.; LIMBERGER, R. P.; RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; ZUANAZZI, J. Â. S.; HENRIQUES, A. T. Volatile components and antioxidant activity from some Myrtaceae fruits cultivated in Southern Brazil. **Latin American Journal of Pharmacy**, Filadélfia, v. 27, n. 2, p. 172-177, 2008.

MARTINEZ, S. S. (Ed.). **O nim *Azadirachta indica***: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2002. 142p.

MATHERON, G. Principles of geostatistics. **Economic Geology**, v. 58, n. 8, p. 1246-1266, 1963.

McGEOCH, M. A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews**, Malden, v. 73, n. 2, p. 181-202, 1998.

McSORLEY, R. Nematological problems in tropical and subtropical fruit tree crops. **Nematropica**, Flórida, v. 22, n. 1, 1992.

McSORLEY, R. Overview of organic amendments for management of plant-parasitic nematodes, with case studies from Florida. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 43, n. 2, p. 69-81, 2011.

MENDES, I. C.; HUNGRIA, M.; REIS JÚNIOR, F. B.; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; MERCANTE, F. M.; ZILLI, J. E. **Bioindicadores para avaliação da qualidade dos solos tropicais: utopia ou realidade?** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 31p.

MENDONÇA, V.; GUIMARÃES, A. A.; ALENCAR, R. D.; LEITE, G. A.; GÓES, G. B. **Cultura da goiabeira.** Mossoró: UFERSA, 2011. 40p. (Boletim técnico).

MILLS, A. A. S.; ADL, M. S. Changes in nematode abundances and body length in response to management intensive grazing in a low-input temperate pasture. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 43, n. 1, p. 150–158, 2011.

MOENS, M.; PERRY, R. N.; STARR, J. L. *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important species. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. (Eds.). **Root-knot nematodes.** Wallingford: CAB International, 2009. p. 1-17.

MOHAN, K. Comparison of inorganic and organic nematicides on the population of soil nematodes in hybrid of *Saccharum* species. **Journal of Biopesticides**, Tamil Nadu, v. 4, n. 2, p. 201-204, 2011.

MOHANTY, M.; PAINULI, D. K.; MISRA, A. K.; GHOSH, P. K. Soil quality effects of tillage and residue under rice-wheat cropping on a vertisol in India. **Soil & Tillage Research**, Oxford, v. 92, n. 1-2, p. 243-250, 2007.

MORIYAMA, A.; YONEMURA, S.; KAWASHIMA, S.; DU, M.; TANG, Y. Environmental indicators for estimating the potential soil respiration rate in alpine zone. **Ecological indicators**, v. 32, p. 245-252, 2013.

MOURA, A. P.; MOURA, D. C. M. Levantamento e flutuação populacional de parasitoides de moscas-das-frutas (diptera: tephritidae) de ocorrência em goiabeira (*Psidium guajava* L.) em Fortaleza, Ceará. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, p. 225-231, 2011.

MULDER, C.; DEN HOLLANDER, H. A.; HENDRIKS, A. J. Aboveground herbivory shapes the biomass distribution and flux of soil invertebrates. **PLoS One**, São Francisco, v. 3, n. 10, p. e3573, 2008.

NEHER, D. A. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 33, n. 4, p. 161-168, 2001.

NEHER, D. A.; WU, J. BARBERCHECK, M. E.; ANAS, O. Ecosystem type affects interpretation of soil nematode community measures. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 30, n. 1, p. 47-64, 2005.

NEVES NETO, D. N.; SANTOS, A. C.; SANTOS, P. M.; MELO, J. C.; SANTOS, J. S. Análise espacial de atributos do solo e cobertura vegetal em diferentes condições de pastagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 995-1004, 2013.

NICOL, J. M.; TURNER, S. J.; COYNE, D. L.; NIJS, L.; HOCKLAND, S.; MAAFI, T. Z. Current nematode threats to world agriculture. In: JONES, J.; GHEYSEN, G.; FENOLL, C. (Eds.) **Genomics and molecular genetics of plant-nematode interactions**. Dordrecht: Springer, 2011. p. 21-43.

OHASHI, M.; GYOKUSEN, K. Temporal change in spatial variability of soil respiration on a slope of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) forest. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 39, n. 5, p. 1130-1138, 2007.

OKA, Y.; TKACHI, N.; SHUKER, S.; YERUMIYAHU, U. Enhanced nematicidal activity of organic and inorganic ammonia-releasing amendments by *Azadirachta indica* extracts. **Journal of Nematology**, Florida, v. 39, n. 1, p. 9-16, 2007.

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments – A review. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 44, n. 2, p. 101-115, 2010.

OKA, Y.; BEN-DANIEL, B.; COHEN, Y. Nematicidal activity of the leaf powder and extracts of *Myrtus communis* against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. **Plant Pathology**, Malden, v. 61, n. 6, p. 1012-1020, 2012.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada**. 3 ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592p.

OLIVEIRA, F. T. **Desenvolvimento de porta-enxertos de goiabeira sob influência de fontes orgânicas, recipientes e fosfato natural**. 2012. 162 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

OLIVEIRA, A. K. S. **Crescimento do pimenteiro e variabilidade espacial de nematoides e atributos do solo após incorporação da torta de nim**. 2014. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

ORTIZ, B. V.; PERRY, C.; GOOVAERTS, P.; VELLIDIS, G.; SULLIVAN, D. Geostatistical modeling of the spatial variability and risk areas of southern root-knot nematodes in relation to soil properties. **Geoderma**, Amsterdam, v. 165, n. 3-4, p. 243-252, 2010.

OZORES-HAMPTON, M.; McSORLEY, R.; STANSLY, P. A. Effects of long-term organic amendments and soil sanitation on weed and nematode populations in pepper and watermelon crops in Florida. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 41, p. 106-112, 2012.

PATTISON, A. B.; MOODY, P. W.; BADCOCK, K. A.; SMITH, L. J.; ARMOUR, J. A.; RASIAH, V.; COBON, J. A.; GULINO, L. M.; MEYER, R. Development of key soil health indicators for the Australian banana industry. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 40, n. 1, p. 155–164, 2008.

PAUL, B. K.; VANLAUWE, B.; AYUKE, F.; GASSNER, A.; HOOGMOED, M.; HURISSO, T. T.; KOALA, S.; LELEI, D.; NDABAMENYE, T.; SIX, J.; PULLEMAN, M. M. Medium-term impact of tillage and residue management on soil aggregate stability, soil carbon and crop productivity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 164, p. 14-22, 2013.

PAZ, J. M.; VISCONTI, F.; RUBIO, J. L. Spatial evaluation of soil salinity using the WET sensor in the irrigated area of the Segura river lowland. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 174, n. 1, 2011.

PENG, G.; BING, W.; GUANGPO, G.; GUANGCAN, Z. Spatial distribution of soil organic carbon and total nitrogen based on GIS and geostatistics in a small watershed in a hilly area of northern China. **PLoS One**, São Francisco, v. 8, n. 12, p. e83592, 2013.

PEREIRA, F. M.; SOUZA, R. M.; SOUZA, P. M.; DOLINSKI, C.; SANTOS, G. K. Estimativa do impacto econômico e social direto de *Meloidogyne mayaguensis* na cultura da goiaba no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n.2, p. 176–181, 2009.

PIEDRAHITA, O. A. G.; ZAPATA, J. C. Identificación de nematodos fitoparasitos em guayabo (*Psidium guajava* L.), en el municipio de Manizales (Caldas), Colombia. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, Bogotá, v. 34, n. 130, p. 117-126, 2010.

PINO, J. A.; BENT, L. Odour-active compounds in guava (*Psidium guajava* L. cv. Red Suprema). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Nova Jersey, v. 93, n. 12, p. 3114-3120, 2013.

PONTELLI, C. B. **Caracterização da variabilidade espacial das características químicas do solo e da produtividade das culturas utilizando as ferramentas de agricultura de precisão**. 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

PORAT, R.; TIETEL, Z.; ZIPPORI, I.; DAG, A. Aroma volatile compositions of high- and low-aromatic guava varieties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Nova Jersey, v. 91, n. 15, p. 2794-2798, 2011.

PORAZINSKA, D. L.; GIBLIN-DAVIS, R. M.; POWERS, T. O.; THOMAS, W. K. Nematode spatial and ecological patterns from tropical and temperate rainforests. **PLoS One**, São Francisco, v. 7, n. 9, p. e44641, 2012.

RAHMAN, L.; CHAN, K. Y.; HEENAN, D. P. Impact of tillage, stubble management and crop rotation on nematode populations in a long-term field experiment. **Soil & Tillage Research**, Oxford, v. 95, n. 1-2, p. 110-119, 2007.

RAMOS, D. P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S.; COSTA, S. M.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Produção e qualidade de frutos da goiabeira 'Paluma', submetida à diferentes épocas de poda em clima subtropical. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 57, n. 5, p. 659-664, 2010.

ROGER, A.; LIBOHOVA, Z.; ROSSIER, N.; JOOST, S.; MALTAS, A.; FROSSARD, E.; SINAJ, S. Spatial variability of soil phosphorus in the Fribourg canton, Switzerland. **Geoderma**, Amsterdam, v. 217-218, p. 26-36, 2014.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em Latossolo Vermelho sob plantio de soja no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 233-241, 2012.

ROZANE, D. E.; OLIVEIRA, D. A.; LÍRIO, V. S. Importância econômica da cultura da goiabeira. In: ROZANE, D. E.; COUTO, F. A. D. (Eds.). **Cultura da goiabeira: Tecnologia e mercado**. Viçosa-MG: UFV, 2003. p. 1-20.

SAMUEL-ROSA, A.; DALMOLIN, R. S. D.; MIGUEL, P.; ZALAMENA, J.; DICK, D. P. The effect of intrinsic soil properties on soil quality assessments. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1236-1244, 2013.

SÁNCHEZ-MORENO, S.; MINOSHIMA, H.; FERRIS, H.; JACKSON, L. E. Linking soil properties and nematode community composition: effects of soil management on soil food webs. **Nematology**, Flórida, v. 8, n. 5, p. 703-715, 2006.

SÁNCHEZ-MORENO, S.; SMUKLER, S.; FERRIS, H.; O'GEEN, A. T.; JACKSON, L. E. Nematode diversity, food web condition, and chemical and physical properties in different soil habitats of an organic farm. **Biology & Fertility of Soils**, Dordrecht, v. 44, n. 5, p. 727-744, 2008.

SÁNCHEZ-MORENO, S.; NICOLA, N. L.; FERRIS, H.; ZALOM, F. G. Effects of agricultural management on nematode-mite assemblages: soil food web indices as predictors of mite community composition. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 107-117, 2009.

SÁNCHEZ-MORENO, S.; FERRIS, H.; YOUNG-MATHEWS, A.; CULMAN, S. W.; JACKSON, L. E. Abundance, diversity and connectance of soil food web channels along environmental gradients in an agricultural landscape. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 43 n. 12, p. 2374-2383, 2011.

SANTOS, V. P.; FERNANDES, P. D.; MELO, A. S.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, J. D. M.; BONFIM, L. V. Fertirrigação da bananeira cv. prata-anã com N e K em um argissolo vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 567-573, 2009.

SANTOS, E. O. J.; GONTIJO, I.; NICOLE, R. S. Variabilidade espacial de cálcio, magnésio, fósforo, potássio no solo e produtividade da pimenta-do-reino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1062-1068, 2012.

SANTOS, J. C. B.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R.; ALMEIDA, M. C.; BORGES, L. E. P. Caracterização de Neossolos Regolíticos da região semiárida do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 683-695, 2012.

SANTOS, K. S., MONTENEGRO, A. A. A., ALMEIDA, B. G., MONTENEGRO, S. M. G. L., ANDRADE, T. S., FONTES JÚNIOR, R. V. P. Variabilidade espacial de atributos físicos em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 828-835, 2012.

SANTOS, M. C. N.; MELLO, J. M.; MELLO, C. R.; ÁVILA, L. F. Spatial continuity of soil attributes in an Atlantic Forest remnant in the Mantiqueira range, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 1, p. 68-77, 2013.

SCHLOTTER, M.; DILLY, O.; MUNCH, J. C. Indicators for evaluating soil quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 98, n. 1-3, p. 255-262, 2003.

SHAO, Y. H.; FU, S. L. The diversity and functions of soil nematodes. **Biodiversity Science**, v. 15, n. 2, p. 116-123, 2007.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; STORCK, L.; FEIJÓ, S. Variabilidade espacial das características químicas do solo e produtividade de milho em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1013-1020, 2003.

SILVA, F. M.; SOUZA, Z. M.; FIGUEIREDO, C. A. P.; MARQUES JÚNIOR, J.; MACHADO, R. V. Variabilidade espacial de atributos químicos e da produtividade na cultura do café. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 401-407, 2007.

SILVA, J. M.; PASSOS, A. L. R.; BELTRÃO, F. A. S. Análise espacial da densidade, umidade e resistência mecânica do solo à penetração sob sistemas de cultivo. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 103-118, 2009.

SILVA, J. J. N.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, E. F. F.; FONTES JÚNIOR, R. V. P.; SILVA, A. P. N. Variabilidade espacial de parâmetros de crescimento da mamoneira e de atributos físico-químicos em Neossolo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campinas, v.14, n. 9, p. 921-931, 2010.

SILVA, J. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, E. F. F.; ANDRADE, C. W. L.; SILVA, J. R. L. Distribuição espacial da condutividade elétrica e matéria orgânica em um solo Neossolo Flúvico. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, n. 4, p. 764-776, 2013.

SIMÕES, R. O. **Processo de ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de goiabas 'Pedro Sato'**. 2012. 145 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2012.

SINHA, N. K.; MOHANTY, M.; MEENA, B. P.; DAS, H.; CHOPRA, U. K.; SINGH, A. K. Soil quality indicators under continuous cropping systems in the arid ecosystem of India. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 2, p. 285-293, 2014.

SOMASUNDARAM, J.; SINGH, R. K.; ALI, S.; SETHY, B. K.; SINGH, D.; LAKARIA, B. L.; CHAUDHARY, R. S.; SINGH, R. K.; SINHA, N. K. Soil aggregates and other properties as influenced by different long term land uses under table landscape topography of Chambal region, Rajasthan, India. **Indian Journal of Soil Conservation**, Nova Déli, v. 40, n. 3, p.212-217, 2013.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas de relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 937-944, 2004.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MOREIRA, L. F. Variabilidade espacial do pH, Ca, Mg e V% do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1763-1771, 2004.

SOUZA, E. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; FREIRE, M. B. G. S. Evolução e variabilidade espacial da salinidade em Neossolo Flúvico cultivado com cenoura sob irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 584-592, 2008.

STIRLING, G. R. **Biological control of plant-parasitic nematodes**. Wallingford: CABI, 1991. 282 p.

STIRLING, G. R. Integration of organic amendments, crop rotation, residue retention and minimum tillage into a subtropical vegetable farming system enhances suppressiveness to root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). **Australasian Plant Pathology**, Dordrecht, v. 42, n. 6, p. 625-637, 2013.

STIRLING, G. R. **Biological control of plant-parasitic nematodes: soil ecosystem management in sustainable agriculture**. 2. ed. Croydon: CABI, 2014. 536 p.

THODEN, T. C.; KORTHALS, G. W.; TERMORSHUIZEN, A. J. Organic amendments and their influences on plant-parasitic and free-living nematodes: a promising method for nematode management? **Nematology**, Florida, v. 13, p. 133-153, 2011.

THOMSEN, M.; FABER, J. H.; SORENSEN, P. B. Soil ecosystem health and services – Evaluation of ecological indicators susceptible to chemical stressors. **Ecological Indicators**, v. 16, p. 67-75, 2012.

TORRES, G. R. C.; COVELLO, V. N.; SALES JÚNIOR, R.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. *Meloidogyne mayaguensis* em *Psidium guajava* no Rio Grande do Norte. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p. 570, 2004.

TORRES, G. R. C.; PEDROSA, E. M. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; MICHEREFF, S. J.; MOURA, R. M. Aspectos ecológicos de comunidade de nematoides associada a cultivo de *Cucumis melo* no Rio Grande do Norte. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 30, n. 1, p. 1-9, 2006.

USMAN, A.; SIDDIQUI, M. A. Integrated approaches of phytonematodes management by organic soil amendments and ploughing. **Pakistan Journal of Nematology**, Karachi, v. 31, n. 2, p. 157-163, 2013.

VALLEJO-QUINTERO, V.E. Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. **Colombia Forestal**, v. 16, n. 1, p. 83–99, 2013.

VAN BRUGGEN, A. H. C.; SEMENOV, A. M. In search of biological indicators of soil health and disease suppression. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 13-24, 2000.

VERKERK, R. H. J.; WRIGHT, D. J. Biological activity of neem seed kernel extracts and synthetic azadirachtin against larvae of *Plutella xylostella* L. **Pesticide Science**, v. 37, p. 83-91, 1993.

VIEIRA, S. R. **Geoestatística aplicada à agricultura de precisão**. São Paulo: Instituto Agrônômico de Campinas, 1998. 53p.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, G. R. (Eds.) **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, 2000. p. 1-54.

VIKETOFT, M. Determinants of small-scale spatial patterns: Importance of space, plants and factors for soil nematodes. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 62, p. 92-98, 2013.

WALLACE, M. K.; HAWKINS, D. M. Applications of geostatistics in plant nematology. Supplement to **Journal of Nematology**, Flórida, v. 26, n. 4S, p. 626-634, 1994.

WALZ, R. Development of environmental indicator systems: experiences from Germany. **Environmental Management**, Dordrecht, v. 25, n. 6, p. 613–623, 2000.

WARDLE, D. A. Impacts of disturbance on detritus food webs in agroecosystems of contrasting tillage and weed management practice. **Advances in Ecological Research**, Berkshire, v. 26, p. 105-185, 1995.

WASILEWSKA, L. The structure and function of soil nematode communities in natural ecosystems and agrocenoses. **Polish Ecological Studies**, Varsóvia, v. 5, n. 2, p. 97-145, 1979.

WEI, C.; ZHENG, H.; LI, Q.; LÜ, X.; YU, Q.; ZHANG, H.; CHEN, Q.; HE, N.; KARDOL, P.; LIANG, W.; HAN, X. Nitrogen addition regulates soil nematode community composition through ammonium suppression. **PLoS ONE**, São Francisco, v. 7, n. 8, p. e43384, 2012.

WEIL, R. R.; MAGDOFF, F. R. Significance of soil organic matter to soil quality and health. In: MAGDOFF, F. R.; WEIL, R. R. (Eds.). **Soil organic matter in sustainable agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 2004. p. 1-43.

WIENHOLD, B. J.; ANDREWS, S. S.; KARLEN, D. L. Soil quality: A review of the science and experiences in the USA. **Environmental Geochemistry & Health**, Dordrecht, v. 26, n. 2, p. 89-95, 2004.

WU, T.; AYRES, E.; BARDGETT, R. D.; WALL, D. H.; GAREY, J. R. Molecular study of worldwide distribution and diversity of soil animals. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Washington**, v. 108, n. 43, p. 17720–17725, 2011.

XUAN, T. D.; EIJI, T.; HIROYUKI, T.; MITSUHIRO, M.; KHANH, T. D.; CHUNG, I. Evaluation on phytotoxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) to crops and weeds. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 23, n. 4, p. 335-345, 2004.

YANG, Y.; ZHANG, S. Identification of *Pratylenchus brachyurus* from the root of guava. **Chinese Journal of Tropical Crops**, n. 8, p. 1557-1563, 2013.

YEATES, G. W.; BONGERS, T.; de GOEDE, R. G. M.; FRECKMAN, D. W.; GEORGIEVA, S. S. Feeding habits in soil nematode families and genera - an outline for soil ecologists. **Journal of Nematology**, Florida, v. 25, n. 3, p. 315–331, 1993.

YEATES, G. W.; PATTISON, A. B. Moving up the food chain: Protozoa and nematodes. In: UPHOFF, N.; BALL, A. S.; FERNANDES, E.; HERREN, H.; HUSSON, O.; LAING, M. (Eds.) **Biological approaches to sustainable soil systems**. Nova Iorque: CRC/Marcel Dekker, 2006, p. 149-162.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; LANA, R. M. Q.; GUIMARÃES, E. C. Variabilidade espacial do pH, teores de matéria orgânica e micronutrientes em profundidades de amostragem num latossolo vermelho sob semeadura direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n. 4, p.1000-1007, 2007.

ZAPATA, K.; CORTES, F. B.; ROJANO, B. A. Polifenoles y actividad antioxidante del fruto de guayaba agria (*Psidium araca*). **Información Tecnológica**, La Serena, v. 24, n. 5, p. 103-112, 2013.

ZHANG, X.; LI, Q.; ZHU, A.; LIANG, W.; ZHANG, J.; STEINBERGER, Y. Effects of tillage and residue management on soil nematode communities in North Carolina. **Ecological Indicators**, v. 13, n. 1, p. 75-81, 2012.

ZHANG, P.; SHAO, M. Spatial variability and stocks of soil organic carbon in the Gobi desert of Northwestern China. **PLoS One**, São Francisco, v. 9, n. 4, p. e93584, 2014.

*Padrões de distribuição espacial da nematofauna, atributos edáficos e
crescimento de goiabeiras no Semiárido de Pernambuco sob manejo da torta
de nim*

CAPÍTULO II

Padrões de distribuição espacial da nematofauna, atributos edáficos e crescimento de goiabeiras no Semiárido de Pernambuco sob manejo da torta de nim

Resumo

Um experimento em campo foi realizado no Semiárido Pernambucano, de maio a novembro de 2013, objetivando-se mapear a distribuição espacial da nematofauna, atributos edáficos e algumas variáveis de crescimento de goiabeiras (*Psidium guajava* L.), cultivar Paluma, em área de agricultura familiar, com (A1) e sem (A2) a incorporação de torta de nim ao solo, na razão de 1 kg de torta por planta, aplicado na projeção das copas das goiabeiras estudadas. As avaliações foram efetuadas em três períodos: antes da aplicação da torta de nim (0), três (3) e seis (6) meses após. Em ambas as áreas e durante os três períodos de avaliação (A1₀, A1₃, A1₆, A2₀, A2₃ e A2₆), 48 goiabeiras foram tomadas ao acaso, em uma malha de 48 pontos, em cada área, e amostras deformadas e indeformadas de solo foram coletadas na profundidade 0,20-0,40 m, para a realização das análises físicas, químicas e biológicas. Os dados foram submetidos a análises descritiva e geoestatística, gerando mapas de isolinhas por meio de semivariogramas teóricos ajustados às semivariâncias dos dados. O modelo esférico foi ajustado a maioria dos atributos avaliados, seguido dos modelos Gaussiano e exponencial. Após a incorporação da torta de nim, detectou-se distribuição mais homogênea de bacteriófagos, especialmente da ordem Rhabditida, e menor abundância do gênero *Meloidogyne* na A1. Os atributos edáficos mostraram diminuição da densidade e aumento da porosidade do solo, além de aumento significativo nos teores de carbono orgânico e nitrogênio total do solo na área com nim. O crescimento das goiabeiras foi mais expressivo em regiões com maiores umidade e porosidade total e menor densidade do solo, em ambas as áreas, demonstrando a importância dessas variáveis para o pleno desenvolvimento da cultura.

Palavras-chave: Agricultura de precisão, *Azadirachta indica*, qualidade do solo, crescimento da planta.

Spatial distribution patterns of nematode assemblages, soil attributes and guava growth on the semiarid region of Pernambuco under neem cake management

Abstract

A field experiment was conducted on the semiarid region of Pernambuco state, Brazil, during May and November of 2013, aiming to map the spatial distribution of nematode assemblages, soil attributes and some guava (*Psidium guajava* L. cv. Paluma) growth variables, in a family farming plot, with (A1) and without (A2) neem cake amendment applied at rate of 1 kg per plant under the tree canopy projection at the sampling depth. Evaluation were carried out in three stages: before neem cake amendment (0), three (3) and six (6) months after the amendment. On both areas and during all sampling stages (A1₀, A1₃, A1₆, A2₀, A2₃ and A2₆), 48 guava trees were casually picked up within a 48-point grid, in each area, being collected disturbed and undisturbed soil samples at the depth of 0.20-0.40 m, in order to perform physical, chemical and biological analyses. Data were subjected to descriptive and geostatistical analyses, generating contour maps through theoretical semivariograms adjusted to data semivariances. The spherical model was fitted to the majority of the evaluated attributes, followed by Gaussian and exponential models. After neem cake amendment, a more homogeneous distribution of bacterivorous nematodes, specially of the order Rhabditida, and a lower abundance of the genus *Meloidogyne* were observed throughout A1. Regarding soil attributes, soil bulk density decreased as soil total porosity increased, as well as, there was a significant increase of soil organic carbon and total nitrogen contents in the amended area. Growth of guava trees was more expressive on sites with higher soil moisture and total porosity and lower bulk density, in both areas, demonstrating the importance of those attributes for the full development of the crop.

Keywords: Precision agriculture, *Azadirachta indica*, soil quality, plant growth.

Introdução

Dentre os setores agrícolas, a fruticultura vem alcançando maior expressividade no mercado nacional. A goiaba (*Psidium guajava* L.) é apreciada pelo aroma e sabor característicos (PINO; BENT, 2013; ABREU et al., 2012a) e também pelo alto valor nutritivo, sendo considerada uma das maiores fontes de vitamina C (PORAT et al., 2011), apresentando teor 6 a 7 vezes maior quando comparada a outras frutas cítricas (ABREU et al., 2012b).

O Brasil é o maior produtor de goiabas vermelhas (HERNANDES et al., 2012), com produção de 345.332 toneladas de goiaba, colhidas em 15.171 ha, no ano de 2012, sendo a produção Pernambucana igual a 107.196 t (74% da produção nordestina) (IBGE, 2012). Segundo o mesmo órgão, a produção Pernambucana foi mais significativa na região semiárida, onde 98% da área colhida encontrava-se nessa região. Comparando-se com produção nacional de 2010 (IBGE, 2010), houve um incremento de 8% no total produzido e de 16% na produção Pernambucana.

Apesar do relevante aumento na produção Pernambucana, o ataque de pragas agrícolas, especialmente nematoides parasitos de planta, é um fator limitante ao pleno desenvolvimento de goiabeiras, sobretudo para as cultivadas em clima semiárido. Segundo Torres et al. (2004), aproximadamente, 70% das goiabeiras da região do Vale do São Francisco morreram devido ao ataque de *Meloidogyne enterolobii*, com perdas estimadas em R\$ 112,7 milhões até o ano de 2008 (PEREIRA et al., 2009), aos quais se acrescentam 3.700 trabalhadores rurais desempregados devido ao declínio da goiabeira. Em cinco estados brasileiros, a perda econômica total foi estimada em US\$ 61 milhões (CARNEIRO et al., 2011).

O uso de defensivos químicos é considerada a técnica mais utilizada no controle químico de fitonematoides em sistemas de produção intensiva e na agricultura familiar (KORTHALS et al., 2014; OKA; BEN-DANIEL; COHEN, 2012; OKA, 2010). Contudo, diante do ponto de vista de desenvolvimento sustentável da agricultura, métodos alternativos para a supressão de fitonematoides devem ser empregados, a exemplo da incorporação de matéria orgânica ao solo (KHALIL; ALLAM; BARAKAT, 2012; OZORES-HAMPTON; McSORLEY; STANSLY, 2012).

O uso de extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) destaca-se internacionalmente em pesquisas avaliando supressão de fitonematoides, especialmente do gênero *Meloidogyne* (KHALIL; ALLAM; BARAKAT, 2012; MOOSAVI, 2012; GRAVANIS et al., 2011;

HUSSAIN; MUKHTAR; KAYANI, 2011; KOSMA et al., 2011; LYNN et al., 2010; CHAVES et al., 2009). Segundo Khalil (2013), os constituintes do nim agem sobre os quimiorreceptores (anfídios e fasmídios) dos nematoides, os quais são responsáveis pelo reconhecimento da planta hospedeira. Mohan (2011) concluiu que a ação nematicida do nim resulta da influência de compostos fenólicos absorvidos sistematicamente pelas raízes, induzindo resistência nas plantas tratadas. Além disso, o efeito supressivo de extratos de nim deve-se a subprodutos (amônia, formaldeído, fenóis e ácidos graxos) liberados durante a decomposição dos mesmos (KHALIL, 2013; OKA, 2010; KHAN; ALAM; AHMAD, 1974).

Dentro da agricultura de precisão, a geoestatística vem ganhando notoriedade como ferramenta auxiliar na tomada de decisão a respeito do manejo a ser aplicado em determinada área, bem como na avaliação da qualidade edáfica. Os mapas de isolinhas criados após a krigagem dos dados auxiliam no controle de nematoides e melhoramento da qualidade do solo, pois torna mais fácil a identificação de regiões problemáticas para o desenvolvimento da cultura (SILVA et al., 2008).

Em condições de campo, o padrão de distribuição espacial mais observado para nematoides do solo tem sido descrito como do tipo agregado (FERRIS; WILSON, 1987), revelando possível dependência espacial dos mesmos, sendo a estatística clássica inadequada para descrever tais dados espacialmente correlacionados (WALLACE; HAWKINS, 1994). A incorporação da torta de nim pode modificar a variabilidade espacial de nematoides do solo, diminuindo a zona de influência desses microrganismos ao longo de determinada área, como observado por Oliveira (2014).

A partir da identificação dos padrões de distribuição espacial das comunidades de nematoides, pode-se aplicar o manejo integrado dos mesmos, com o objetivo de controlar espécies danosas à cultura (MUELLER et al., 2010; GODEFROID et al., 2013). Portanto, nós hipotetizamos que: i) a torta de nim modifica padrões de distribuição espacial de nematoides do solo, principalmente parasitas de plantas e bacteriófagos; ii) a incorporação de torta de nim melhora a qualidade edáfica de Neossolo Regolítico sob condições semiáridas. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de torta de nim no comportamento espaço-temporal de atributos edáficos, nematofauna e crescimento de goiabeira, no Semiárido Pernambucano.

Material e Métodos

Área de estudo

O experimento foi realizado na região da Bacia Hidrográfica Representativa do Ipanema durante o período de maio a novembro de 2013 em área de agricultura familiar do Assentamento Rural Nossa Senhora do Rosário em Pesqueira, PE, sob as coordenadas UTM 735802 m Easting e 9071141 m Northing, no Semiárido brasileiro. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é BSh, caracterizado por ser semiárido quente, tipo estepe, com precipitação anual média de 730 mm e evapotranspiração potencial total anual média de 1683 mm (SANTOS et al., 2012). O regime pluviométrico e as temperaturas, em termos médios, para o ano de 2013 foram obtidos através de estação total automática da Universidade Federal Rural de Pernambuco e encontram-se na Fig. 1.

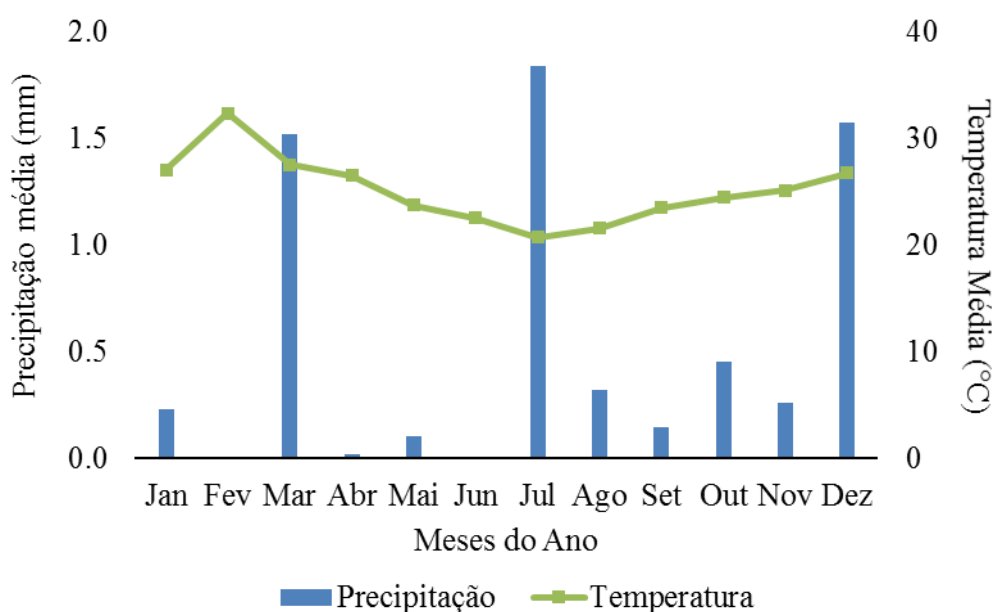


Figura 1. Médias mensais da precipitação (mm) e temperatura do ar (°C) para o ano de 2013 em Pesqueira, Brasil.

A área experimental possuía 0,85 ha (122 x 69,8 m) e, aproximadamente, 400 mudas com seis meses de idade de goiabeiras cultivar Paluma foram enxertadas pelo agricultor (em média 5 x 5 m), seis meses antes do experimento. A irrigação por gotejamento era realizada em região próxima ao tronco das goibeiras, de modo uniforme ao longo da área. Uma análise exploratória foi realizada em março de 2013, onde observou-se presença de aproximadamente

8.000 espécimens de nematoides parasitas de plantas. As amostragens foram realizadas em maio, agosto e novembro de 2013.

A área experimental foi dividida em duas: área 1 (A1) e área 2 (A2), delimitando-se, em cada área, uma malha de amostragem com 48 pontos para realização do experimento (Fig. 2). A1 foi sorteada para receber as aplicações de torta de nim e, as avaliações, realizadas em três períodos: i) antes da aplicação da torta de nim, em maio (0); ii) três meses após a primeira aplicação da torta de nim na camada de 0,20-0,40 m, em agosto (3); e iii) seis meses após a primeira aplicação da torta, ou três meses após a segunda aplicação, da torta de nim na mesma camada, em novembro (6), totalizando, aproximadamente, 210 dias experimentais. As aplicações da torta de nim foram feitas em maio e agosto de 2013, logo após as coletas das amostras de solo.

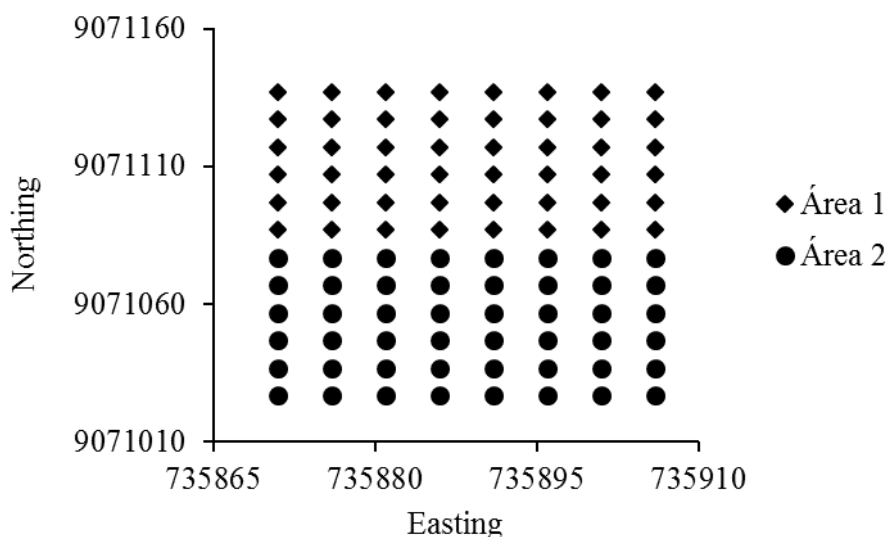


Figura 2. Localização geográfica, em coordenadas UTM, das áreas experimentais (A1=com nim e A2=sem nim), ambas Neossolo Regolítico, cultivadas com goiabeiras no Semiárido Pernambucano (Pesqueira, Brasil).

O solo das duas áreas experimentais foi classificado como Neossolo Regolítico (CORRÊA; RIBEIRO, 2001), com teores médios de 757,6458 g kg⁻¹, 163,1375 g kg⁻¹ e 79,2167 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente, para a A1; e 745,0000 g kg⁻¹, 175,1250 g kg⁻¹ e 79,8750 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente, para a A2.

Incorporação da torta de nim

A incorporação da torta de nim ao solo, realizada na A1 (Fig. 1), foi efetuada aplicando-se 1 kg de torta de nim por planta, conforme indicação do distribuidor, seguindo uma circunferência sob a projeção da copa das goiabeiras estudadas, na camada de 0,20-0,40 m, totalizando 48 kg de torta de nim aplicados na área 1. As incorporações da torta de nim foram realizadas a cada três meses durante o período experimental, sendo a primeira em maio e a segunda em agosto de 2013.

Como o espaçamento entre goiabeiras e entre linhas não era regular, as goiabeiras selecionadas foram sempre duas após a anterior, totalizando 8 goiabeiras por linha. Para a seleção das linhas, optou-se por amostrar linhas intercaladas uma a uma, somando 6 linhas por área experimental. Portanto, em ambas as áreas, foram avaliadas 96 goiabeiras, sendo 48 em cada malha, com espaçamento médio de 10 x 10 m.

Coleta das amostras

As amostras de solo foram coletadas nos três períodos de avaliação em ambas as áreas (A1₀, A1₃, A1₆, A2₀, A2₃ e A2₆), nos respectivos pontos, para a realização de análises biológicas, físicas e químicas. Cada amostra deformada de solo consistiu em, aproximadamente, 2 kg de solo, coletados com auxílio de escavador, os quais foram acondicionadas em sacos plásticos e devidamente etiquetados. As amostras indeformadas de solo foram coletadas com auxílio de Amostrador modificado de Uhland.

Nas segunda e terceira etapas, além das amostras de solo, foi realizada a biometria das goiabeiras, por meio de medições do diâmetro do tronco a 25 cm acima do nível do solo (coincidindo com a máxima altura até a primeira bifurcação do tronco das goiabeiras), utilizando-se um paquímetro.

As análises biológicas consistiram das densidades populacionais de nematoides e evolução C-CO₂ do solo. As análises físicas compreenderam umidade do solo, densidade do solo, porosidade e granulometria. As análises químicas fundamentaram-se na determinação dos teores nitrogênio total (NT) e carbono orgânico total (CO) do solo, pH do solo em água e condutividade elétrica do extrato de saturação.

Identificação de nematoides

As amostras para identificação de nematoides foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados, encaminhadas ao Laboratório de Fitonematologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e processadas a partir de alíquotas de 300 cm³ de solo pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964). Durante o

período experimental, foram coletadas 288 amostras de solo. As suspensões de nematoides obtidas foram mantidas sob refrigeração (4-6 °C), realizando-se a identificação genérica e contagem dos espécimes em lâminas de Peters, sob microscópio óptico, em duas repetições, sendo os resultados computados em número de espécimens por 300 cm³ de solo. Os nematoides foram classificados de acordo com o hábito alimentar em cinco grupos tróficos (bacteriófagos, micófagos, onívoros, predadores e parasitas de plantas), baseando-se na morfologia do estoma e do esôfago, de acordo com Yeates et al. (1993). Os nematoides fitoparasitas foram identificados a nível de gênero, família ou ordem de acordo com May et al. (1996). A estrutura da comunidade de nematoides foi descrita pelos grupos tróficos e a razão micófagos/bacteriófagos (M/B) (GOMES; HUANG; CARES, 2003).

Análises Físicas

As amostras de solo para realização das análises físicas foram encaminhadas para o Laboratório de Mecânica dos Solos e Resíduos/UFRPE. Posteriormente, as amostras foram preparadas e pesadas para obtenção da massa úmida (g) e depois levadas à estufa a 105 °C por 24 h para obtenção da massa seca (g); a umidade (g g⁻¹) foi calculada pelo método gravimétrico, dividindo-se a massa de água pela massa seca do solo. A densidade do solo (g cm⁻³) foi determinada pelo método do anel volumétrico. A densidade de partículas (g cm⁻³), obtida pelo método do balão volumétrico, e a porosidade total (%) do solo foi calculada pela razão entre densidade do solo e a densidade de partículas. As classes texturais foram determinadas pelo método do densímetro de Boyoucos, logo após a dispersão das amostras em solução de hexametáfosfato de sódio e carbonato de sódio em água e posterior separação das diferentes classes granulométricas. Todas as análises físicas foram realizadas de acordo com metodologias sugeridas pela EMBRAPA (2011).

Análises Químicas

Para a obtenção do extrato da pasta de saturação do solo, foram utilizados aproximadamente 400 g de TFSA, aos quais foi adicionada água destilada lentamente até a saturação da amostra; o ponto de saturação é identificado quando o solo apresenta aspecto brilhante, sem lâmina de água sobre a superfícies e, quando uma subamostra escorrega facilmente da extremidade da espátula. Após 16 horas com os recipientes fechados, as amostras foram transpostas para um conjunto composto por funil de buchner com filtro de papel no fundo e kitassato. Aplicou-se vácuo ao sistema funil-kitassato para que a solução do solo drenasse através do filtro de papel. Um recipiente foi colocado abaixo do kitassato para

armazenar a solução extraída (RICHARDS, 1954). A condutividade elétrica foi medida utilizando um condutivímetro previamente calibrado (RICHARDS, 1954), a partir do extrato de saturação obtido na descrição acima.

O teor de carbono orgânico total do solo (CO) foi determinado pelo método descrito em Yeomans e Bremner (1988), enquanto que as leituras do potencial hidrogeniônico (pH) do solo em água (1:2,5) foram realizadas em pHmetro calibrado (EMBRAPA, 2011). Ainda segundo a EMBRAPA (2011), foi realizada a digestão sulfúrica das amostras de solo (TFSA), com o objetivo de obter o teor de nitrogênio total do solo (NT), utilizando o destilador tipo Kjeldahl.

Em cada ponto amostrado foram coletados, e armazenados em potes com tampas rosqueáveis, 100 g de amostras deformadas de solo para a realização da análise da atividade microbiana do solo. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Fitonematologia/UFRPE e mantidas sob refrigeração por no máximo 15 dias. A evolução C-CO₂ foi realizada de acordo com metodologia proposta por Grisi (1978).

Análise estatística e variabilidade espacial

A análise estatística descritiva foi baseada na avaliação de medidas de tendência central e dispersão e da aderência à distribuição normal, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância. A distribuição de dados pode ser classificada de acordo com os valores de curtose em platicúrtica, mesocúrtica e leptocúrtica. Para valores acima de zero, a distribuição é dita leptocúrtica e apresenta maior concentração de dados em torno da média e das caudas quando comparada à distribuição Gaussiana (ZAR, 1994). Adicionalmente, os dados foram analisados para verificação de seu comportamento quanto à variabilidade. Conforme valores do coeficiente de variação (CV), a variabilidade foi classificada em baixa (CV ≤ 12%), média (12 < CV ≤ 60%) e alta (CV > 60%) (WARRICK; NIELSEN, 1980).

Para análise geoestatística, utilizou-se a ferramenta geoestatística GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software) (ENGLUND; SPARKS, 1988), adotando-se o estimador clássico da semivariância (JOURNEL; HUIJBREGTS, 1978):

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

onde:

$\gamma(h)$ - é o valor da semivariância estimada a partir dos dados experimentais;

$N(h)$ - é o número de pares de observações;

$Z(x_i)$ e $Z(x_{i+h})$ - valores das amostras nas posições x_i e x_{i+h} , respectivamente;

h - distância entre pontos (LANDIM, 1998).

Verificada a existência de tendência dos dados, uma superfície residual foi construída pela diferença entre uma superfície polinomial ajustada e os dados originais. Os resíduos passam a ser a variável regionalizada que possui, localmente, médias iguais a zero (LANDIM, 2003), sendo assim ajustados semivariogramas experimentais aos resíduos.

Após a geração dos semivariogramas experimentais, procedeu-se o ajuste dos dados a um modelo teórico, testando-se os mais comuns: exponencial, gaussiano e esférico, conforme equações (2, 3 e 4) abaixo:

Modelo Exponencial:

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left[1 - e^{-\left(\frac{h}{a}\right)} \right], \quad h \neq 0 \quad (2)$$

Modelo Gaussiano:

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left[1 - e^{-\left(\frac{h^2}{a^2}\right)} \right], \quad h \neq 0 \quad (3)$$

Modelo Esférico:

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left[1,5 \frac{h}{a} - 0,5 \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right], \quad 0 < h < a \quad (4a)$$

e

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1, \quad h > a \quad (4b)$$

Os parâmetros do semivariograma teórico foram representados nos gráficos definidos por meio do alcance (a), patamar (C) e efeito pepita (C_0), ajustados de modo a minimizar os erros quadráticos médios. Os ajustes dos modelos foram escolhidos em função dos parâmetros dos semivariogramas, coeficientes de determinação (R^2) e autovalidação ou Jack-Knifing (VAUCLIN et al., 1983). Nesta técnica, em que cada um dos valores medidos é interpolado pelo método da krigagem, eliminam-se, sucessivamente, os valores medidos, os quais são substituídos pelas estimativas calculando-se, em seguida, a distribuição dos erros padronizados (MONTENEGRO; MONTENEGRO, 2006). Com o ajuste dos modelos teóricos e a definição dos coeficientes para os semivariogramas, utilizou-se do método de estimativa de valores de atributos distribuídos no espaço a partir de valores adjacentes, conhecido como krigagem ordinária, que se trata de método de estimativa por médias móveis

(LANDIM, 1998). Os valores obtidos pela krigagem são não tendenciosos e têm variância mínima (VIEIRA et al., 1983), sendo ideais para a construção de mapas de contorno ou tridimensionais para verificação e interpretação da variabilidade espacial.

Na elaboração dos mapas de distribuição espacial das variáveis, foi utilizado o programa Surfer Software (GOLDEN SOFTWARE, 1995), com base nos valores estimados por krigagem, realizada com o programa GEO-EAS. Nos mapas, linhas próximas indicam regiões com maior variabilidade (heterogeneidade), enquanto linhas mais distantes representam menor variabilidade, ou seja, maior homogeneidade de certo atributos (OLIVEIRA, 2014). A análise do grau de dependência espacial dos atributos foi realizada segundo Cambardella et al. (1994), em que são considerados de dependência espacial forte os semivariogramas que têm um efeito pepita menor ou igual a 25% do patamar, moderada entre 25% e 75%, e fraca quando for maior que 75%.

Resultados e Discussão

Estatística descritiva

A maioria dos atributos edáficos apresentaram valores discrepantes (*outliers*), os quais podem influenciar os principais momentos estatísticos; portanto estes foram removidos da base de dados utilizada para as análises descritiva e geoestatística, segundo critério de Hoaglin, Masteller e Tukey (1983). Ainda segundo os autores citados, tais valores discrepantes podem alterar os valores da média, da amplitude e do desvio-padrão da distribuição dos dados, os quais são muito sensíveis. Portanto, a retirada de *outliers* proporciona um resumo estatístico mais homogêneo e melhor representação da variabilidade dos dados, no que concerne às medidas de tendência central (LIBARDI et al., 1996).

Os resumos estatísticos descritivos para a nematofauna associada à goiabeira com e sem aplicação de torta de nim nas primeira, segunda e terceira coletas encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 1, 2 e 3. Enquanto que nas Tabelas 3, 4 e 5 estão apresentados os resumos descritivos para os atributos edáficos e de crescimento da goiabeira com e sem aplicação de torta de nim nas primeiras, segunda e terceira coletas, respectivamente.

Na primeira coleta (Tabela 1), a maior parte dos *taxa* de nematoides não apresentaram distribuição normal de acordo com o Teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), exceto endoparasitas na área 1 (A1) e ectoparasitas na área 2 (A2), assim como parasitos de plantas e total de nematoides em ambas as áreas. Na segunda coleta (Tabela 2), três meses após a primeira aplicação da torta de nim na A1, nenhum *taxon* apresentou distribuição normal; por

outro lado, na A2, a qual não recebeu aplicação da matéria orgânica, endoparasitas, ectoparasitas, parasitas de plantas, nematoides de vida livre e totais apresentaram distribuição Gaussiana. Na última coleta (Tabela 3), três meses após a segunda aplicação da torta de nim na A1, foi observado resultado significativo ao teste KS para Rhabditida em ambas as áreas e *Pratylenchus*, endo e ectoparasitas, parasitas de plantas, bacteriófagos, nematoides de vida livre e totais apenas na A2.

Apesar da geoestatística não exigir a normalidade dos dados, dados que seguem a distribuição normal fornecem maior precisão das estimativas da krigagem e não apresentam caudas muito alongadas em sua distribuição (CRESSIE, 1991; ISAAKS; SRIVASTAVA, 1989).

A normalidade dos dados também pode ser observada através dos valores de média e mediana, os quais, quando próximos, caracterizam uma distribuição simétrica dos dados (LIMPERT; STAHEL, 2011). A maior parte dos taxa de nematoides que apresentaram valores de média e mediana muito distantes entre si (Tabelas 1, 2 e 3), também não apresentaram resultados significativos no teste KS, confirmando a validade do teste.

A maioria dos atributos físico-químicos do solo e de crescimento da goiabeira apresentaram aderência à distribuição normal pelo teste KS (Tabelas 4, 5 e 6), exceto para evolução C-CO₂ na segunda coleta em ambas as áreas e na A2 na terceira coleta, nitrogênio total na A1 durante todo o experimento e na A2 na segunda e terceira coletas, pH na A1₆, e diâmetro do tronco na A1₃.

Para a maioria dos atributos edáficos e diâmetro do tronco da goiabeira, a diferença entre os valores de média e mediana foi pequena, exceto para evolução C-CO₂ nas A1₃ e A2₃ (4,5174 e 4,2899, respectivamente). A não-normalidade desses atributos foi confirmada por meio do teste KS (Tabela 5).

Os valores de curtose, em grande maioria, foram próximos a zero (Tabelas 1-6). Contudo, valores muito distantes de zero foram observados tanto para variáveis nematológicas como químicas em todas as épocas de amostragem. O maior valor de curtose durante a primeira coleta foi observado para nitrogênio total (11,6688) na A1; durante a segunda coleta, os maiores valores de curtose foram atribuídos às variáveis nematológicas bacteriófagos (9,4379), nematoides de vida livre (16,4832) e nematoides totais (15,5943), todas na A1; enquanto que ao final do experimento, o total de nematoides da A1 e o teor de nitrogênio total do solo da A2 apresentaram os maiores valores de curtose, sendo iguais a 11,3578 e 8,7050, respectivamente.

Tabela 1. Resumo estatístico descritivo da nematofauna associada à goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, antes da aplicação da torta de nim.

Taxa/Grupo trófico	N	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Curtose	CV (%)	DP	KS
Área 1 (com nim)									
Rhab	48	2,5539	0,0000	1,2540	1,4387	-1,0866	67,3487	0,8446	ns
Melo	48	2,9355	0,0000	0,6034	0,0000	-0,3298	157,2881	0,9491	ns
Roty	48	3,2907	0,0000	1,6345	1,9442	-0,4947	58,3151	0,9531	ns
Praty	48	3,0785	0,0000	1,5786	1,8268	-0,5910	58,6711	0,9262	ns
Crico	48	2,4786	0,0000	0,9502	1,2670	-1,7655	96,7662	0,9194	ns
ENDO	48	3,3137	0,0000	1,8019	1,9590	0,4686	46,5753	0,8392	*
ECTO	48	3,3137	0,0000	2,0866	2,2174	3,9168	32,6281	0,6808	ns
PP	48	3,6146	0,0000	2,3635	2,4162	4,9310	24,5607	0,5805	*
BACT	48	2,6656	0,0000	1,5802	1,7861	-0,0139	51,4364	0,8128	ns
MICO	48	1,9590	0,0000	0,5802	0,0000	-1,4252	133,2291	0,7731	ns
PRED	48	2,7520	0,0000	0,8813	0,5880	-1,6214	105,7917	0,9324	ns
ONI	48	1,6902	0,0000	0,4133	0,0000	-1,0008	158,3975	0,6546	ns
VL	48	3,0149	0,0000	1,8514	2,0679	1,2438	41,6551	0,7712	ns
Total	48	3,6745	1,6767	2,5961	2,5642	0,3376	15,9307	0,4136	*
Área 2 (sem nim)									
Rhab	48	2,9034	0,0000	1,1176	1,3522	-1,3148	78,3816	0,8760	ns
Melo	48	2,5276	0,0000	0,9602	1,2304	-1,7961	102,7046	0,9862	ns
Roty	48	2,3444	0,0000	0,8724	1,2175	-1,7871	102,5547	0,8947	ns
Praty	48	2,3856	0,0000	1,1306	1,3324	-1,2689	70,1399	0,7930	ns
Crico	48	2,6320	0,0000	1,1074	1,2672	-1,3183	79,8333	0,8841	ns
ENDO	48	2,5478	0,0000	1,6020	1,8062	0,4728	47,6903	0,7640	ns
ECTO	48	2,8713	0,0000	1,9300	1,9395	3,3388	26,1801	0,5053	*
PP	48	2,8713	1,4065	2,2411	2,2856	-0,1165	15,9573	0,3576	*
BACT	48	2,9340	0,0000	1,5703	1,7520	0,5127	48,2888	0,7583	ns
MICO	48	2,3118	0,0000	0,7216	0,0000	-1,6170	115,6369	0,8344	ns
PRED	48	2,5809	0,0000	1,0128	1,2788	-1,3681	81,9903	0,8304	ns
ONI	48	2,1239	0,0000	0,4203	0,0000	-0,2444	167,6444	0,7046	ns
VL	48	3,0538	0,0000	1,9564	2,1038	3,9421	32,5363	0,6365	ns
Total	48	3,0897	1,9395	2,5074	2,5051	-0,5676	11,9008	0,2984	*

Rhab – Rhabditida; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Crico – Criconematidae; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófagos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Nematoides de vida livre; N – Número de observações; CV – Coeficiente de variação; DP – Desvio Padrão; KS – Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade; ns – não significativo; * - significativo. Valores orginais de nematoides transformados para log(x+1).

Tabela 2. Resumo descritivo da nematofauna associada à goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, três meses após a aplicação da torta de nim.

Taxa/Grupo Trófico	N	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Curtose	CV (%)	DP	KS
Área 1 (com nim)									
Rhab	48	2,7110	0,0000	1,7499	1,8689	4,1009	32,1284	0,5622	ns
Ceph	48	2,5276	0,0000	1,0752	1,2953	-1,6760	86,1954	0,9267	ns
Melo	48	3,2412	0,0000	0,7689	0,0000	-0,8042	133,0668	1,0231	ns
Roty	48	2,8779	0,0000	1,5559	1,8256	-0,1454	52,5729	0,8180	ns
Praty	48	3,1012	0,0000	1,6362	1,8542	-0,5859	57,9660	0,9484	ns
Crico	48	3,1242	0,0000	1,3009	1,3965	-0,9686	68,9894	0,8975	ns
Prisma	48	2,2330	0,0000	1,0114	1,2730	-1,4269	75,4122	0,7627	ns
Eudory	48	2,5099	0,0000	1,0005	1,2612	-1,6505	86,0149	0,8606	ns
ENDO	48	3,4398	0,0000	1,8994	2,0530	0,7732	46,8336	0,8895	ns
ECTO	48	3,1727	0,0000	2,0927	2,1303	5,6561	27,7905	0,5816	ns
PP	48	3,5394	0,0000	2,4011	2,4749	5,1579	24,3197	0,5839	ns
BACT	48	2,7419	0,0000	2,1130	2,1407	9,4379	21,3493	0,4511	ns
MICO	48	2,1271	0,0000	1,0328	1,2900	-1,4778	74,7765	0,7723	ns
PRED	48	2,0128	0,0000	0,4647	0,0000	-0,8360	159,5933	0,7416	ns
ONI	48	2,6556	0,0000	1,4796	1,5854	0,7248	46,8069	0,6925	ns
VL	48	2,9350	0,0000	2,3376	2,4129	16,4832	18,8633	0,4409	ns
Total	48	3,6357	0,0000	2,7050	2,7549	15,5943	19,1360	0,5176	ns
Área 2 (sem nim)									
Rhab	48	2,7168	0,0000	1,3456	1,5434	-0,9758	64,5012	0,8679	ns
Ceph	48	2,7352	0,0000	0,3702	0,0000	1,9515	184,4556	0,6828	ns
Melo	48	2,7593	0,0000	1,1128	1,3009	-1,7074	90,3953	1,0059	ns
Roty	48	2,4378	0,0000	1,2090	1,3613	-1,3734	73,1421	0,8843	ns
Praty	48	2,6335	0,0000	1,3940	1,5561	-1,0545	65,0916	0,9074	ns
Crico	48	2,8439	0,0000	1,4933	1,7633	-0,7825	60,2590	0,8999	ns
Prisma	48	2,0550	0,0000	0,6769	0,0000	-1,6451	117,9877	0,7987	ns
Eudory	48	2,6420	0,0000	0,8573	1,2108	-1,5397	102,5967	0,8795	ns
ENDO	48	2,7593	0,0000	1,9398	2,0967	2,8852	33,6681	0,6531	*
ECTO	48	2,9552	1,2900	2,1174	2,1319	-0,5250	20,5606	0,4353	*
PP	48	3,1116	1,3324	2,4288	2,4128	0,5500	15,6850	0,3810	*
BACT	48	2,8119	0,0000	1,9155	2,0373	3,8057	29,5738	0,5665	ns
MICO	48	2,5700	0,0000	0,6996	0,0000	-1,2797	110,1871	0,7709	ns
PRED	48	1,8976	0,0000	0,3226	0,0000	0,3640	188,2626	0,6073	ns
ONI	48	2,6753	0,0000	1,3317	1,5737	-0,6384	59,9271	0,7981	ns
VL	48	3,0563	1,5051	2,2243	2,2781	-0,4186	15,9470	0,3547	*
Total	48	3,2084	1,7959	2,6912	2,7258	0,9409	10,7868	0,2903	*

Rhab – Rhabditida; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Crico – Criconematidae; Prisma – *Prismatolaimus*; Eudory – *Eudorylaimus*; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófagos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Nematoides de vida livre; N – Número de observações; CV – Coeficiente de variação; DP – Desvio Padrão; KS – Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade; ns – não significativo; * - significativo. Valores orginais de nematoides transformados para $\log(x+1)$.

Tabela 3. Resumo descritivo da nematofauna associada à goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, seis meses após a aplicação da torta de nim.

Taxa/Grupo Trófico	N	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Curtose	CV(%)	DP	KS
Área 1 (com nim)									
Rhab	48	2,9881	0,0000	1,9743	2,0105	1,5905	38,6735	0,7635	*
Ceph	48	3,0686	0,0000	1,1951	1,4424	-1,3088	81,9903	0,9798	ns
Melo	48	3,0630	0,0000	1,0081	0,5880	-1,4863	108,7211	1,0960	ns
Roty	48	3,1556	0,0000	1,7022	1,8949	-0,3648	55,3684	0,9425	ns
Praty	48	3,4532	0,0000	1,9622	2,0990	0,1082	47,9716	0,9413	ns
Crico	48	2,9910	0,0000	1,1116	1,3662	-1,3432	80,5927	0,8959	ns
Prisma	48	2,1569	0,0000	0,7765	1,1303	-1,5772	97,7974	0,7594	ns
Eudory	48	2,2068	0,0000	1,0575	1,2670	-1,3580	72,2085	0,7636	ns
ENDO	48	3,4598	0,0000	2,2851	2,4165	2,7702	34,0297	0,7776	ns
ECTO	48	3,1684	0,0000	2,1259	2,2272	3,1927	33,4729	0,7116	ns
PP	48	3,6348	0,0000	2,5459	2,7016	5,4117	30,6268	0,7797	ns
BACT	48	3,1787	0,0000	2,2298	2,3194	4,1932	31,8729	0,7107	ns
MICO	48	2,1239	0,0000	0,9682	1,2240	-1,6664	81,8602	0,7926	ns
PRED	48	2,2279	0,0000	0,3220	0,0000	1,3024	202,1518	0,6509	ns
ONI	48	2,4495	0,0000	1,5272	1,6765	1,6434	42,2148	0,6447	ns
VL	48	3,2445	0,0000	2,4233	2,4170	8,7730	25,3769	0,6150	ns
Total	48	3,6709	0,0000	2,8424	2,9413	11,3578	24,1058	0,6852	ns
Área 2 (sem nim)									
Rhab	48	3,0358	0,0000	1,9269	1,9981	3,2666	26,5944	0,5124	*
Ceph	48	3,0175	0,0000	0,6265	0,0000	-0,1771	134,3840	0,8419	ns
Melo	48	3,4714	0,0000	1,3314	1,4117	-1,5603	86,2136	1,1479	ns
Roty	48	3,1540	0,0000	1,6554	1,8663	-0,8094	59,7622	0,9893	ns
Praty	48	3,3712	0,0000	2,0640	2,1056	0,7793	31,1962	0,6439	*
Crico	48	3,0278	0,0000	1,4235	1,5434	-0,9906	66,0976	0,9409	ns
Prisma	48	2,1106	0,0000	0,5734	0,0000	-1,1376	135,5112	0,7770	ns
Eudory	48	2,0682	0,0000	1,0927	1,2887	-1,0545	65,1513	0,7119	ns
ENDO	48	3,7251	1,1903	2,4341	2,4807	0,7844	19,5148	0,4750	*
ECTO	48	3,1917	1,2304	2,3882	2,3931	-0,1612	18,6544	0,4455	*
PP	48	3,8366	1,8663	2,7551	2,7902	0,3675	14,4891	0,3992	*
BACT	48	3,1526	1,2553	2,1376	2,1717	0,0135	20,3537	0,4351	*
MICO	48	2,4082	0,0000	1,1232	1,3374	-0,9731	65,7724	0,7388	ns
PRED	48	1,3802	0,0000	0,1615	0,0000	3,7360	267,7983	0,4325	ns
ONI	48	2,3829	0,0000	1,5283	1,6674	1,9455	39,8184	0,6085	ns
VL	48	3,2044	1,4472	2,3726	2,3709	0,8772	14,4556	0,3430	*
Total	48	3,8649	2,3118	2,9516	2,9231	0,4721	10,5398	0,3111	*

Rhab – Rhabditida; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Crico – Criconematidae; Prisma – *Prismatolaimus*; Eudory – *Eudorylaimus*; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófagos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Nematoides de vida livre; N – Número de observações; CV – Coeficiente de variação; DP – Desvio Padrão; KS – Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade; ns – não significativo; * - significativo. Valores originais de nematoides transformados para $\log(x+1)$.

Tabela 4. Resumo descritivo de atributos edáficos sob solo cultivado com goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, antes da aplicação da torta de nim.

Atributo	N	Unidade	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Curtose	CV (%)	DP	KS
Área 1 (com nim)										
DENS	48	g cm ⁻³	1,9679	1,6043	1,7949	1,8131	-0,3545	4,7154	0,0846	*
UMI	48	g g ⁻¹	0,1308	0,0754	0,1003	0,0997	-0,1821	13,2300	0,0133	*
PORO	48	cm ³ cm ⁻³	0,4048	0,2707	0,3363	0,3335	-0,4369	9,8206	0,0330	*
CE	47	dS m ⁻¹	1,5798	0,1233	0,8865	0,9058	0,5471	34,1120	0,3024	*
RESP	48	mg CO ₂	1,4705	0,0721	0,9529	0,9999	-0,5233	35,5770	0,3390	*
CO	48	dag kg ⁻¹	0,9400	0,0948	0,4580	0,4454	0,0804	37,2987	0,1708	*
NT	46	g kg ⁻¹	0,8387	0,3910	0,6139	0,6157	-0,3287	16,7827	0,1030	ns
pH	48	-	8,66	5,66	7,2158	7,19	0,3219	8,2306	0,5939	*
Área 2 (sem nim)										
DENS	48	g cm ⁻³	1,9843	1,6824	1,8178	1,8193	-0,3444	3,6710	0,0667	*
UMI	48	g g ⁻¹	0,1254	0,0754	0,0995	0,0995	-0,4527	11,8368	0,0118	*
PORO	48	cm ³ cm ⁻³	0,3859	0,2658	0,3268	0,3245	-0,0166	8,5411	0,0279	*
CE	46	dS m ⁻¹	1,4144	0,1563	0,8867	0,8901	-0,6565	35,6213	0,3159	*
RESP	48	mg CO ₂	2,0104	0,0712	1,0850	1,0923	0,2555	37,7606	0,4097	*
CO	47	dag kg ⁻¹	0,8270	0,0315	0,3851	0,4092	-0,1640	45,2370	0,1742	*
NT	45	g kg ⁻¹	0,7838	0,3913	0,5653	0,5592	-0,3933	17,0448	0,0963	*
pH	44	-	7,77	6,57	7,1620	7,2100	-0,0243	3,9122	0,2802	*

DENS – Densidade do solo; UMI – Umidade do solo; PORO – Porosidade total do solo; CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação; RESP – Evolução C-CO₂; CO – Carbono orgânico total do solo; NT – Nitrogênio total do solo; pH – Potencial hidrogeniônico; N – Número de observações; CV – Coeficiente de variação; DP – Desvio Padrão; KS – Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade; ns – não significativo; * - significativo. Valores orginais de CE transformados para 1/x e RESP para log(x+1).

O coeficiente de variação (CV) indica a grau de homogeneidade ou heterogeneidade de determinada variável ao longo de uma dada área. A variabilidade dos atributos estudados variou de baixa a alta, sendo o menor valor atribuído à densidade do solo (CV = 3,6710%) na A2₀ e o maior valor aos nematoides predadores (267,7985%) na A2₆.

Comumente, alta variabilidade de grupos taxonômicos de nematoides tem sido observada em solos sob diversas práticas agrícolas (OLIVEIRA, 2014; CARDOSO et al., 2012; DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2010). Valores extremamente altos de CV são atribuídos a grandes diferenças entre os valores máximos e mínimos em um conjunto de dados, isto é, há uma maior dispersão dos dados em relação à média, indicando maior heterogeneidade das variáveis (FROGBROOK et al., 2002), ou seja, dos diferentes grupos taxonômicos de nematoides nas áreas de estudo.

Tabela 5. Resumo descritivo de atributos edáficos e de crescimento da goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, três meses após a aplicação da torta de nim.

Atributo	N	Unidade	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Curtose	CV (%)	DP	KS
Área 1 (com nim)										
DENS	46	g cm ⁻³	1,9808	1,4445	1,6941	1,7141	0,0336	7,1810	0,1217	*
UMI	48	g g ⁻¹	0,1456	0,0230	0,0740	0,0753	-0,5664	44,1621	0,0327	*
PORO	46	cm ³ cm ⁻³	0,4669	0,2671	0,3734	0,3720	0,1073	11,5383	0,0431	*
CE	46	dS m ⁻¹	2,1200	0,2480	1,1910	1,2375	-0,8986	42,3945	0,5049	*
RESP	48	mg CO ₂	55,8352	1,7019	12,8108	8,2934	4,1744	89,9790	11,5270	ns
CO	42	dag kg ⁻¹	0,9602	0,5783	0,7327	0,7259	-0,0382	12,4800	0,0914	*
NT	44	g kg ⁻¹	9,5067	3,9130	6,2284	6,1557	1,3008	17,7099	1,1030	ns
pH	46	-	7,18	5,22	6,1739	6,1400	-0,2550	7,8679	0,4858	*
DIAM	43	cm	3,3	2,3	2,7628	2,7000	-0,2455	9,1780	0,2536	ns
Área 2 (sem nim)										
DENS	47	g cm ⁻³	1,8983	1,5332	1,6699	1,6609	0,2107	5,1660	0,0863	*
UMI	47	g g ⁻¹	0,0989	0,0177	0,0632	0,0647	-0,6294	32,6453	0,0206	*
PORO	47	cm ³ cm ⁻³	0,4471	0,2958	0,3819	0,3838	-0,0144	8,8841	0,0339	*
CE	44	dS m ⁻¹	2,2340	0,2180	1,1431	1,1020	-0,5936	47,4736	0,5427	*
RESP	47	mg CO ₂	61,6645	1,6528	16,2506	11,9607	5,2633	75,0540	12,1967	ns
CO	46	dag kg ⁻¹	0,9193	0,3712	0,6499	0,6660	0,3434	17,3599	0,1128	*
NT	42	g kg ⁻¹	6,7200	4,4693	5,3267	5,3132	-0,1456	10,1774	0,5421	ns
pH	47	-	7,21	5,01	6,3219	6,4000	0,0145	7,6055	0,4808	*
DIAM	44	cm	3,3	2,1	2,7477	2,7500	-0,5618	11,4950	0,3159	*

DENS – Densidade do solo; UMI – Umidade do solo; PORO – Porosidade total do solo; CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação; RESP – Evolução C-CO₂; CO – Carbono orgânico total do solo; NT – Nitrogênio total do solo; pH – Potencial hidrogeniônico; DIAM – Diâmetro do tronco; N – Número de observações; CV – Coeficiente de variação; DP – Desvio Padrão; KS – Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade; ns – não significativo; * - significativo.

Os padrões de distribuição espacial de nematoides são regidos por macro e micro componentes, onde o primeiro ocorre em escala generalizada de campo e é influenciado por variáveis ambientais, de formação do solo e vegetativos; enquanto que, o micro componente está relacionado a escalas menores, ao ciclo de vida, à habilidade de dispersão e a estratégias de alimentação (ARIEIRA, 2012; DECÄENS, 2010). Esses componentes podem explicar a alta variabilidade encontrada para os diversos taxa de nematoides habitantes do solo no presente estudo.

Tabela 6. Resumo descritivo de atributos edáficos e de crescimento da goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, seis meses após a aplicação da torta de nim.

Atributo	N	Unidade	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Curtose	CV (%)	DP	KS
Área 1 (com nim)										
DENS	46	g cm ⁻³	1,9383	1,3999	1,6617	1,6432	0,0186	7,6201	0,1266	*
UMI	48	g g ⁻¹	0,1298	0,0023	0,0602	0,0523	-0,5265	46,6414	0,0281	*
PORO	47	cm ³ cm ⁻³	0,4893	0,2828	0,3826	0,3897	-0,1972	13,5219	0,0517	*
CE	48	dS m ⁻¹	0,8989	0,2095	0,5014	0,5097	-0,0543	30,8658	0,1548	*
RESP	48	mg CO ₂	1,7804	0,1410	1,2244	1,2306	4,1957	22,5021	0,2755	*
CO	45	dag kg ⁻¹	1,2181	0,5379	0,8766	0,8617	0,6648	15,6121	0,1369	*
NT	46	g kg ⁻¹	12,0995	3,7259	7,7380	7,6480	0,3240	22,6687	1,7541	ns
pH	48	-	7,98	6,20	7,2335	7,3300	-0,5254	6,6255	0,4793	ns
DIAM	44	cm	4,4	2,7	3,3727	3,4000	0,1003	11,9861	0,4043	*
Área 2 (sem nim)										
DENS	47	g cm ⁻³	1,8444	1,5157	1,7043	1,7184	-0,4493	5,0114	0,0854	*
UMI	48	g g ⁻¹	0,1576	0,0312	0,1072	0,1158	-0,3991	33,3035	0,0357	*
PORO	48	cm ³ cm ⁻³	0,4449	0,3156	0,3707	0,3700	-0,2686	8,8223	0,0327	*
CE	48	dS m ⁻¹	0,8440	0,2219	0,5260	0,5082	-0,8261	32,4745	0,1708	*
RESP	47	mg CO ₂	1,9090	0,8118	1,2608	1,2262	0,3662	19,0281	0,2399	ns
CO	45	dag kg ⁻¹	1,0586	0,4363	0,6968	0,6626	-0,4369	22,2323	0,1549	*
NT	45	g kg ⁻¹	9,4953	3,1695	5,8306	5,9555	0,2254	23,6289	1,377	ns
pH	48	-	8,22	6,75	7,5685	7,6250	0,4288	4,2053	0,3183	*
DIAM	46	cm	4,5	2,0	3,4553	3,5000	0,3849	15,0358	0,5195	*

DENS – Densidade do solo; UMI – Umidade do solo; PORO – Porosidade total do solo; CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação; RESP – Evolução C-CO₂; CO – Carbono orgânico total do solo; NT – Nitrogênio total do solo; pH – Potencial hidrogeniônico; N – Número de observações; CV – Coeficiente de variação; DP – Desvio Padrão; KS – Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade; ns – não significativo; * - significativo. Valores orginais de CE transformados para 1/x e RESP para log(x+1).

Oliveira (2014) e Santos et al. (2012) também observaram baixa variabilidade para a DENS em Neossolo Regolítico e Neossolo Flúvico no Semiárido Pernambucano, respectivamente, assim como Aksakal, Öztas e Özgül (2011), em área de pastagem na Turquia. Na maioria dos estudos observa-se baixa variabilidade para atributos edáficos, principalmente os físicos. A variabilidade espacial das propriedades do solo deve-se ao uso e ocupação da terra, aos processos de formação e ao manejo utilizado (COSTA, 2012). Oliveira (2014) cita que a proximidade entre pontos de coleta e a baixa variância desses atributos numa mesma área a curto prazo são os principais motivos para a baixa variabilidade encontrada.

Ao se comparar as variabilidades entre as três coletas numa mesma malha de amostragem, pode-se perceber que as variabilidades da maioria dos grupos taxonômicos de nematoides e das propriedades físico-químicas e de crescimento da goiabeira permaneceram

as mesmas ao longo de todo experimento (Tabelas 1-6). Outros estudos corroboram os resultados encontrados no presente trabalho (CERQUEIRA et al., 2014; OLIVEIRA, 2014; QUEIROZ; ALVES; SILVA, 2014; CARDOSO et al., 2012; TAVARES et al., 2012; LOUREIRO et al., 2010; SOUZA; MONTENEGRO; FREIRE, 2008).

Contudo, para alguns *taxa* de nematoides, houve mudança em suas variabilidades com relação à época de amostragem, sendo mais expressiva a nível de espécie quando comparada a nível de grupo trófico. A variabilidade dos rhabditídeos e onívoros foi classificada como alta, média e média em A1₀, A1₃ e A1₆, respectivamente (Tabelas 1-3). Mudanças na variabilidade desses nematoides podem ser devido à incorporação da torta de nim ao solo da A1. Os principais efeitos diretos da adição de matéria orgânica vegetal ao solo são o aumento da atividade microbiana e da proliferação de microrganismos no solo (GRUVER et al., 2010), principalmente bactérias e fungos.

Por serem nematoides bacteriófagos, os Rhabditídeos estão intimamente ligados a mudanças na densidade populacional bacteriana do solo (BRIAR et al., 2012; FRECKMAN, 1988), do mesmo modo que onívoros estão ligados às populações de fungos. Portanto, a incorporação da torta de nim proporcionou condições ótimas para a sobrevivência e dispersão de Rhabditídeos e onívoros para diferentes regiões ao longo da A1 devido a um possível aumento da população de bactérias e fungos na área. Maior homogeneidade de nematoides bacteriófagos após aplicação da torta de nim também foi observada por Oliveira (2014) em Neossolo Regolítico sob cultivo de pimentão no Semiárido Pernambucano.

Na A2, mudança na variabilidade de Rhabditida também foi observada, variando de alta nas A2₀ e A2₃ para média na A2₆ (Tabelas 1-3). A disponibilidade de recursos para sobrevivência de nematoides bacteriófagos foi menor na A2, pois a torta de nim não foi incorporada ao solo desta área, dificultando a rápida proliferação de fungos e bactérias, sendo observada maior homogeneização de Rhabditida apenas ao final do experimento.

Pode-se perceber através dos valores de CV das Tabelas 4-6 que os atributos físico-químicos do solo e de crescimento da planta se comportaram mais homogeneamente que a nematofauna (Tabelas 1-3), porém comparando-se ambas as áreas entre si, observa-se diferenças entre as variabilidades dos atributos edáficos. Como ambas as áreas são muito similares em termos edáficos, as diferenças encontradas na heterogeneidade e/ou homogeneidade dos atributos do solo podem ser devidas à diferença de manejo aplicado (CORÁ et al., 2004), ou seja, à incorporação da torta de nim.

Dentre os atributos físicos, a variabilidade da porosidade total do solo na A1 e aumentou com relação às épocas de amostragem, sendo baixa no início e média ao final do

experimento (Tabelas 4-6). O aumento da heterogeneidade da porosidade total na A1 pode ser devido à melhoria da estrutura do solo proporcionada pela adição da torta de nim (GOPINATH et al., 2008, 2009; AKHTAR; MALIK, 2000), aumentando a média da porosidade total ao longo do tempo.

Com relação a umidade do solo, observa-se a mesma variabilidade desta variável na A1 em todas as épocas de amostragem; enquanto que, na A2, a variabilidade da umidade do solo variou de baixa a alta ao longo do tempo (Tabelas 4-6). A variabilidade espacial da umidade do solo resulta de diversos fatores, incluindo variabilidade de atributos físico-químicos do solo tanto horizontal quanto verticalmente, não uniformidade da interceptação da água das chuvas, micro-topografia e métodos de irrigação (COHEN et al., 2005).

A adição de matéria orgânica ao solo favorece uma maior retenção de água, pois melhora a estrutura edáfica de áreas agricultáveis (DJAJADI; HIDAYAH, 2010; GOPINATH et al., 2008, 2009; AKHTAR; MALIK, 2000). Souza et al. (2011), estudando a dependência espacial da umidade de Neossolo Flúvico com e sem mulching no Semiárido Pernambucano, observaram a mesma variabilidade da variável ao longo de todo experimento na área com mulching, indicando benefício do mulching para aumentar a homogeneidade hídrica agrícola. De certo modo, a aplicação da torta de nim funcionou como o mulching do referido trabalho, favorecendo a retenção de água e, assim, uma melhor distribuição da umidade do solo ao longo da área experimental.

Os atributos químicos do solo, em sua grande maioria, apresentaram o mesmo grau de variabilidade tanto em relação às áreas experimentais quanto às épocas de amostragem (Tabelas 4-6). Vale salientar que a condutividade elétrica do extrato de saturação apresentou-se com média variabilidade, independentemente da aplicação da torta de nim. Esse resultado corrobora resultados de diversos trabalhos no Vale Aluvial do Agreste Pernambucano (OLIVEIRA, 2014; SOUZA; MONTENEGRO; FREIRE, 2008; MONTENEGRO; MONTENEGRO, 2006). Porém, Paz, Visconti e Rubio (2011) observaram alta variabilidade (CV \approx 280%) da condutividade elétrica em Fluvissois calcárico e hiposálico sob cultivo de citrus em planície aluvial da Espanha, possivelmente devido a diferenças nos processos de formação do solo do referido estudo.

A evolução C-CO₂ apresentou variabilidade média durante todas as épocas de amostragem na A1, porém variou de média a alta na A2. Essa diferença no grau de variabilidade da evolução C-CO₂ na A2 pode ser devido a alta variabilidade encontrada para Rhabditida. Bird, Bonig e Bacic (1989) citam que bactérias aderem-se à cutícula dos nematoides e podem ser carregadas para regiões distantes e com maior disponibilidade de

nutrientes, através da movimentação e dispersão dos nematoides em determinada área, o que caracteriza uma protocooperação entre esses organismos (SAYRE, 1988).

Dois componentes compõem a variabilidade espacial da produtividade de certa cultura: permanentes, influenciados por propriedades e/ou fatores intrínsecos ao solo, e transientes, relacionados a fatores extrínsecos, como pragas, doenças e mudanças climáticas (BASSO et al., 2007). A interação entre esses componentes afeta espacial e temporalmente a produtividade da cultura, dificultando o entendimento das razões e causa de perdas de produção (SIMMONDS et al., 2013). No presente trabalho, os dados de produtividade estão relacionados ao diâmetro do tronco da goibeira.

A variabilidade do diâmetro do tronco foi sempre baixa na A1, porém aumentou de baixa para média na A2₃ e A2₆, respectivamente (Tabelas 5 e 6). Terra (2012) e Terra et al. (2011) observaram aumento na variabilidade do diâmetro do tronco de pessegueiro em Argissolo no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, durante os anos de 2010 e 2011, sem adição de matéria orgânica. Esses resultados indicam que a aplicação da torta de nim proporciona melhor equilíbrio dos nutrientes disponíveis à planta ao longo da A1, levando à melhor homogeneização e crescimento similar entre as árvores do pomar; corroborando resultado encontrado por Oliveira (2014), para pimenteiros em Neossolo Flúvico no Semiárido Pernambucano.

Konopatzki et al. (2012) avaliaram a dependência espacial de atributos agrônômicos de pêras cultivadas em Latossolo Vermelho distroférrico e observaram baixa variabilidade para diâmetro e comprimento dos frutos (cm), porém alta variabilidade para a produtividade do pomar (kg ha⁻¹). Perry et al. (2010), também avaliando a distribuição espacial da produtividade de pomar de pêras, em solo franco-arenoso, encontraram alta correlação espacial para a produtividade e a área transversal do tronco das árvores. Contudo, Molin et al. (2012) observaram altíssima variabilidade na produtividade de laranjas (CV = 212,66%) no estado de São Paulo, Brasil. Terra et al. (2011) e Terra (2012) encontram baixa variabilidade do diâmetro do tronco para pessegueiros no estado do Rio Grande do Sul.

Dentre as frações primárias do solo, o teor de argila na A1 foi o único atributo a não apresentar distribuição normal, mesmo tendo valores de média e mediana próximos entre si e valor de curtose próximo a zero (Tabela 7). Esse resultado discorda de Lima et al. (2014) e Lima, Oliveira e Silva (2012), observando normalidade para a argila em Latossolo Vermelho-Amarelo, e de Tavares et al. (2012), os quais observaram normalidade da fração argila em Argissolo Coeso de Pernambuco. Porém, Oliveira (2014), trabalhando no Vale Aluvial do Agreste Pernambucano, observaram não-normalidade da argila em Neossolo Regolítico, corroborando o resultado encontrado no presente estudo.

Tabela 7. Resumo descritivo das frações granulométricas (g kg⁻¹) de Neossolo Regolítico cultivado com goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano.

Atributo	N	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Curtose	CV (%)	DP	KS
Área 1 (com nim)									
Areia	45	817,00	690,00	765,33	770,00	0,4469	3,9269	30,05	*
AG	47	655,00	435,00	560,58	557,00	0,2150	8,8695	49,72	*
AF	47	237,00	162,00	196,26	195,00	-0,5883	9,3765	18,40	*
Silte	45	223,00	106,60	154,92	153,40	1,0793	14,5442	22,53	*
Argila	42	96,40	63,60	78,22	75,00	-0,1028	11,9206	9,32	ns
Área 2 (sem nim)									
Areia	47	798,00	691,00	746,89	749,00	-0,0399	3,2532	24,30	*
AG	45	579,00	452,00	517,20	517,00	-0,2093	6,0537	31,31	*
AF	46	250,00	185,00	224,44	226,00	-0,7528	7,6742	17,22	*
Silte	47	215,40	127,60	173,74	172,40	0,1335	10,6328	18,47	*
Argila	47	103,60	63,60	80,43	80,00	-0,4242	12,9277	10,40	*

AG – Areia grossa; AF – Areia fina; N – Número de observações; CV – Coeficiente de variação; DP – Desvio Padrão; KS – Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade; ns – não significativo; * - significativo.

A variabilidade das frações granulométricas foi em grande maioria classificada como baixa (WARRICK; NIELSEN, 1980), porém silte e argila nas A1 e A2, respectivamente, apresentaram média variabilidade. Nas planícies aluviais ocorrem processos de deposição das partículas primárias mais finas, a exemplo do silte (SANTOS et al., 2012) e argila, explicando a maior heterogeneidade dessas variáveis nas A1 e A2, respectivamente, com relação às outras frações granulométricas.

Vale salientar que os teores de areia, areia grossa e areia fina apresentaram os menores valores de CV, sendo sempre inferiores a 10% (Tabela 7), indicando maior homogeneização de partículas grosseiras nas áreas experimentais; resultado observado também por Santos et al. (2012) em Neossolo Flúvico. Contrariamente, Lima et al. (2014) observaram maior variabilidade para areia em Latossolo Vermelho-Amarelo com relevo ondulado. A diferença observada pode ser devido à posição da paisagem, pois o relevo da área experimental do presente estudo é praticamente plano, favorecendo uma maior heterogeneidade das frações mais finas; enquanto que, relevo mais ondulado favorece processos erosivos, associados ao fluxo de água (LIMA et al., 2014), carreando partículas grosseiras mais facilmente.

Estrutura espacial dos atributos edáficos e de crescimento da goiabeira

Os resultados da análise geoestatística para a nematofauna, atributos edáficos e de crescimento da goiabeira e frações granulométricas, encontram-se nas Tabelas 8-10, 11-13 e 14, respectivamente. A avaliação da estrutura da dependência espacial foi realizada através dos parâmetros do semivariograma teórico e do grau de dependência espacial, segundo classificação de Cambardella et al. (1994).

Antes da aplicação da torta de nim, nove grupos taxonômicos de nematoides apresentaram distribuição aleatória (efeito pepita puro) ao longo das duas áreas experimentais, ou seja, não há dependência espacial entre as amostras de *Meloidogyne*, *Criconematidae*, ectoparasitos, parasitos de planta, bacteriófagos, micófagos, predadores, onívoros e nematoides de vida livre na A1; e *Rhabditida*, *Pratylenchus*, endoparasitos, ectoparasitos, parasitos de planta, bacteriófagos, predadores, nematoides de vida livre e totais na A2 (Tabela 8). Três e seis meses após a aplicação da torta de nim, quatro, dez, dez e seis grupos taxonômicos de nematoides apresentaram distribuição aleatória ao longo das A1₃, A2₃, A1₆ e A2₆, respectivamente (Tabelas 9 e 10).

Distribuição aleatória de diferentes *taxa* e/ou grupos tróficos de nematoides também foi encontrada por outros autores (OLIVEIRA, 2014; CARDOSO et al., 2012; DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2010; ROBERTSON; FRECKMAN, 1995). Tal aleatoriedade deve-se principalmente à escala de amostragem utilizada (OLIVEIRA, 2014), ou seja, o espaçamento entre pontos utilizado não proporcionou a caracterização espacial dos nematoides, aconselhando-se a utilização de menor distância entre pontos em trabalhos futuros nas mesmas áreas. Contudo, ainda não há um espaçamento ótimo para caracterização da dependência espacial de nematoides, visto que Hua, Jiang e Liang (2008) observaram efeito pepita puro para certo grupos tróficos de nematoides com espaçamento amostral de 2 m.

Os grupos taxonômicos de nematoides que apresentaram padrão de distribuição espacial foram ajustados, em grande maioria, ao modelo esférico, seguido dos modelos Gaussiano e exponencial, com 31, 17 e 1 variáveis ajustadas, respectivamente. Na maior parte dos estudos, o modelo esférico é o mais bem ajustado às variáveis nematológicas (OLIVEIRA, 2014; VIKETOFT, 2013; CARDOSO et al., 2012; DINARDO-MIRANDO; FRACASSO, 2010), corroborando dados do presente trabalho. De acordo com Isaaks e Srivastava (1989), modelos esféricos são ajustados a atributos com alta continuidade espacial ou menos erráticos a curtas distâncias.

Tabela 8. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada (Jack-Knifing) da nematofauna associada à goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, antes da aplicação da torta de nim.

Atributo	Modelo	C ₀	C ₁	a (m)	R ²	C ₀ /(C ₀ +C ₁) (%)	GDE	Jack-Knifing	
								Média	DP
Área 1 (com nim)									
Rhab	Esf.	0,4970	0,2355	14,6602	0,5246	67,85	Mod.	-0,009	1,023
Melo	Efeito Pepita puro								
Roty	Esf.	0,0402	0,8535	14,6449	0,3445	4,50	Forte	-0,005	0,955
Praty	Esf.	0,6369	0,2125	19,2270	0,6688	74,98	Mod.	-0,014	0,929
Crico	Efeito Pepita puro								
ENDO	Esf.	0,4500	0,2910	14,8533	0,3774	60,73	Mod.	0,000	0,906
ECTO	Efeito Pepita puro								
PP	Efeito Pepita puro								
BACT	Efeito Pepita puro								
MICO	Efeito Pepita puro								
PRED	Efeito Pepita puro								
ONI	Efeito Pepita puro								
VL	Efeito Pepita puro								
Total	Esf.	0,1126	0,04226	22,2145	0,6719	72,71	Mod.	0,012	1,025
Área 2 (sem nim)									
Rhab	Efeito Pepita puro								
Melo	Esf.	0,5238	0,5032	38,6461	0,7772	51,00	Mod.	-0,020	1,066
Roty	Gauss.	0,6248	0,3716	43,0770	0,9710	62,71	Mod.	0,018	1,040
Praty	Efeito Pepita puro								
Crico	Esf.	0,4311	0,3532	26,8945	0,8219	54,97	Mod.	0,026	0,998
ENDO	Efeito Pepita puro								
ECTO	Efeito Pepita puro								
PP	Efeito Pepita puro								
BACT	Efeito Pepita puro								
MICO	Esf.	0,1648	0,5655	18,9679	0,9801	22,57	Forte	-0,021	1,079
PRED	Efeito Pepita puro								
ONI	Gauss.	0,4526	0,0818	39,1720	0,7748	84,69	Fracó	-0,033	1,002
VL	Efeito Pepita puro								
Total	Efeito Pepita puro								

Rhab – Rhabditida; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Crico – Criconematidae; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófitos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Nematoides de vida livre; Esf. – Esférico; Gauss. – Gaussiano; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação; DP – Desvio padrão. Valores orginais de nematoides transformados para log(x+1).

Tabela 9. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada da nematofauna associada à goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, três meses após a aplicação da torta de nim.

Atributo	Modelo	C ₀	C ₁	a (m)	R ²	C ₀ /(C ₀ +C ₁) (%)	GDE	Jack-Knifing	
								Média	DP
Área 1 (com nim)									
Rhab	Efeito Pepita puro								
Ceph	Efeito Pepita puro								
Melo	Esf.	0,5734	0,5169	23,3621	0,9559	52,59	Mod.	0,008	1,031
Roty	Gauss.	0,4555	0,4090	38,9863	0,9667	52,69	Mod.	0,028	1,000
Praty	Efeito Pepita puro								
Crico	Esf.	0,5892	0,2005	18,0568	0,3973	74,61	Mod.	0,009	0,954
Prisma	Esf.	0,4390	0,1671	43,1460	0,7758	72,43	Mod.	0,019	1,099
Eudory	Gauss.	0,6679	0,1420	27,7085	0,7365	82,47	Fraco	0,011	0,972
ENDO	Efeito Pepita puro								
ECTO	Gauss.	0,2358	0,1807	49,6219	0,9274	56,61	Mod.	0,033	1,049
PP	Gauss.	0,2334	0,2135	40,7203	0,9132	52,23	Mod.	0,026	1,077
BACT	Gauss.	0,1461	0,1775	60,5584	0,9235	45,15	Mod.	0,010	1,165
MICO	Esf.	0,3547	0,3913	73,7481	0,9370	47,55	Mod.	0,044	1,018
PRED	Esf.	0,4074	0,1454	19,8270	0,5402	73,70	Mod.	0,019	1,022
ONI	Gauss.	0,3792	0,2737	52,1938	0,9073	58,08	Mod.	0,040	1,061
VL	Gauss.	0,1204	0,2082	55,0115	0,9692	36,64	Mod.	0,011	1,197
Total	Gauss.	0,1515	0,2474	43,5052	0,9362	37,98	Mod.	0,015	1,192
Área 2 (sem nim)									
Rhab	Exp.	0,6084	0,2842	37,1059	0,7958	68,16	Mod.	-0,038	0,984
Ceph	Esf.	0,2644	0,1789	64,6066	0,9483	59,64	Mod.	-0,032	1,151
Melo	Esf.	0,4088	0,6789	38,1564	0,9417	37,58	Mod.	0,019	1,023
Roty	Esf.	0,5568	0,3157	40,2230	0,8021	63,82	Mod.	-0,016	1,057
Praty	Gauss.	0,5075	0,3942	21,9523	0,9413	56,28	Mod.	-0,016	1,024
Crico	Efeito Pepita puro								
Prisma	Efeito Pepita puro								
Eudory	Esf.	0,3179	0,4639	18,3581	0,5861	40,66	Mod.	0,009	1,053
ENDO	Efeito Pepita puro								
ECTO	Efeito Pepita puro								
PP	Efeito Pepita puro								
BACT	Efeito Pepita puro								
MICO	Efeito Pepita puro								
PRED	Esf.	0,0523	0,3165	14,0810	0,7194	14,18	Forte	-0,019	1,084
ONI	Efeito Pepita puro								
VL	Efeito Pepita puro								
Total	Efeito Pepita puro								

Rhab – Rhabditida; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Crico – Criconematidae; Prisma – *Prismatolaimus*; Eudory – *Eudorylaimus*; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófagos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Nematoides de vida livre; Esf. – Esférico; Exp. – Exponencial; Gauss. – Gaussiano; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação; DP – Desvio Padrão. Valores originais de nematoides transformados para log(x+1).

Tabela 10. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada da nematofauna associada à goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, seis meses após a aplicação da torta de nim.

Atributo	Modelo	C ₀	C ₁	a (m)	R ²	C ₀ /(C ₀ +C ₁) (%)	GDE	Jack-Knifing	
								Média	DP
Área 1 (com nim)									
Rhab	Esf.	0,3056	0,2519	18,0821	0,7928	54,82	Mod.	0,006	1,116
Ceph	Esf.	0,4747	0,5118	23,4279	0,9785	48,12	Mod.	-0,016	1,017
Melo	Esf.	0,3588	0,9844	37,4516	0,9791	26,71	Mod.	0,005	1,074
Roty	Efeito Pepita puro								
Praty	Efeito Pepita puro								
Crico	Esf.	0,3967	0,4046	17,5003	0,7321	49,51	Mod.	0,031	0,997
Prisma	Efeito Pepita puro								
Eudory	Esf.	0,2376	0,3298	16,5137	0,4773	41,88	Mod.	0,007	0,902
ENDO	Efeito Pepita puro								
ECTO	Efeito Pepita puro								
PP	Efeito Pepita puro								
BACT	Esf.	0,0624	0,4302	20,0139	0,9777	12,67	Forte	-0,004	1,169
MICO	Efeito Pepita puro								
PRED	Efeito Pepita puro								
ONI	Efeito Pepita puro								
VL	Efeito Pepita puro								
Total	Gauss.	0,2666	0,1106	14,8842	0,6999	70,68	Mod.	0,047	1,033
Área 2 (sem nim)									
Rhab	Esf.	0,0096	0,2830	16,6028	0,8778	3,28	Forte	-0,026	1,018
Ceph	Esf.	0,2247	0,468	29,6042	0,9183	32,44	Mod.	-0,019	1,103
Melo	Esf.	0,4834	0,7431	19,9973	0,5753	39,41	Mod.	0,005	1,083
Roty	Gauss.	0,7993	0,2922	30,1040	0,7958	73,23	Mod.	-0,021	1,074
Praty	Gauss.	0,3219	0,1288	34,9643	0,9421	71,42	Mod.	0,006	1,066
Crico	Esf.	0,6188	0,2830	31,4058	0,7611	68,62	Mod.	0,047	1,016
Prisma	Efeito Pepita puro								
Eudory	Efeito Pepita puro								
ENDO	Efeito Pepita puro								
ECTO	Esf.	0,1263	0,0860	49,0050	0,9353	59,49	Mod.	-0,026	1,008
PP	Efeito Pepita puro								
BACT	Esf.	0,0182	0,1514	16,3431	0,7145	10,73	Forte	-0,009	1,025
MICO	Esf.	0,0793	0,4767	19,9988	0,8763	14,26	Forte	-0,015	1,117
PRED	Efeito Pepita puro								
ONI	Efeito Pepita puro								
VL	Gauss.	0,0849	0,0500	33,4493	0,9343	62,94	Mod.	-0,011	1,018
Total	Gauss.	0,0793	0,0339	42,9253	0,8658	70,05	Mod.	-0,022	0,943

Rhab – Rhabditida; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Crico – Criconematidae; Prisma – *Prismatolaimus*; Eudory – *Eudorylaimus*; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófagos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Nematoides de vida livre; Esf. – Esférico; Gauss. – Gaussiano; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação; DP – Desvio Padrão. Valores orginais de nematoides transformados para log(x+1).

Segundo Bottega et al. (2013) e Pannatier (1996), o modelo Gaussiano é utilizado para descrever fenômenos contínuos. Diante disso, o total de nematoides apresentou-se mais continuamente distribuídos na A1 após a aplicação da torta de nim, visto que passou do modelo esférico na A1₀ (Tabela 8) para o modelo Gaussiano durante as outras épocas de amostragem (Tabelas 9 e 10). É importante salientar que mais taxa de nematoides apresentaram ajuste a modelos na segunda época de amostragem, quando comparados com a terceira, indicando que o efeito da torta de nim é mais expressivo a curto prazo.

Ao longo dos períodos de amostragem, podem-se observar mudanças no modelo ajustado às variáveis nematológicas (Tabelas 8-10). Na A1, Rhabditídeos apresentaram ajuste ao modelo esférico antes da aplicação da torta de nim; porém aos três meses após a aplicação, a distribuição de Rhabditídeos foi aleatória, voltando a apresentar dependência espacial ajustada ao modelo esférico ao final do experimento. Uma das explicações para esse comportamento é a capacidade de proliferação de bactérias em solos com adição de matéria orgânica (AKHTAR; MALIK, 2000), visto que a decomposição de material vegetal influencia positivamente a densidade populacional bacteriana (OLIVEIRA et al., 2005). Ou seja, o comunidade de bactérias foi perturbada três meses após a incorporação da torta de nim na A1, criando um ambiente mais propício para a dispersão de bacteriófagos, a exemplo dos Rhabditídeos, favorecendo a aleatoriedade da distribuição espacial destes. Seis meses após a incorporação, criam-se regiões de maior concentração de bactérias, implicando numa maior agregação de Rhabditida em torno de tais microrganismos, causando o reaparecimento de padrões de distribuição espacial.

Dentre os fitonematoídeos, *Meloidogyne* e Criconematidae apresentaram efeito pepita puro antes da aplicação do nim (Tabela 8) e, após tal procedimento, tanto aos três quanto aos seis meses (Tabelas 9 e 10), os mesmos foram ajustados ao modelo esférico. Esse comportamento sugere que as populações de *Meloidogyne* e Criconematidae estavam distribuídas aleatoriamente ao longo da área; mas, após a aplicação da torta de nim, tais nematoides tornaram-se mais agregadamente distribuídos ao longo da A1. A adição da torta de nim provavelmente favoreceu a agregação das populações dos taxa de nematoides citados devido ao maior crescimento das raízes das goiabeiras (AKHTAR; MALIK, 2000), fonte de alimento desses nematoides. Khalil (2013) cita que o princípio ativo do nim, Azadirachtina, proporcionou o crescimento das raízes de diversas culturas.

Contrariamente, *Pratylenchus* demonstraram agregação no início do experimento (Tabela 8) e, após a incorporação da torta de nim, não foi observada dependência espacial para esses fitonematoídeos (Tabelas 9 e 10). Efeito supressor da adição de matéria orgânica ao

solo sobre os parasitos de planta foi observado por alguns autores (KHALIL, 2013; OKA, 2010; AKHTAR; MALIK, 2000). A aleatoriedade na distribuição de *Pratylenchus* observada por até seis meses após a incorporação da torta de nim pode ser resultado do aumento da resistência das plantas ao parasitismo de nematoides, da liberação de compostos de ação nematicida e/ou da estimulação da atividade microbiana e do aumento da população de microrganismos antagonistas (WEI et al., 2012; COLLANGE et al., 2011; McSORLEY, 2011; OKA et al., 2007), diminuindo regiões de maior agregação de *Pratylenchus*.

Na A2, os fitonematoides (*Meloidogyne*, endoparasitos e parasitos de planta) não apresentaram mudanças nos padrões de distribuição espacial, sendo ajustados ao modelo esférico (*Meloidogyne*) ou apresentando efeito pepita puro ao longo de todo experimento (endoparasitos e parasitos de planta) (Tabelas 8-10). Contudo, *Pratylenchus* apresentavam-se aleatoriamente distribuídos na A2₀ e passaram a exibir padrão de distribuição espacial ajustado ao modelo Gaussiano nas A2₃ e A2₆. Esse comportamento pode significar que a população de *Pratylenchus* não foi prejudicada pela ação da torta de nim e apresentaram melhor aproveitamento dos recursos alimentícios da A2, formando regiões de agregação ao longo da área experimental.

O grau de dependência espacial (GDE) expressa a porcentagem da variância que não pode ser descrita pela geoestatística e pode ser classificado em forte, moderado ou fraco; isto é, forte GDE são influenciadas por propriedades intrínsecas ao próprio solo (CAMBARDELLA et al., 1994) e, contrariamente, fraco GDE caracteriza atributos que sofrem maior influência de fatores extrínsecos, como manejo aplicado, mudanças climáticas e precipitação (AQUINO et al., 2014). Para uma melhor precisão nos resultados obtidos pela krigagem, determinada variável deve apresentar forte GDE e alto valor de alcance (ISAACS; SRIVASTAVA, 1989).

Na grande maioria, GDE moderado foi observado para os grupos taxonômicos de nematoides, variando de 26,71% para *Meloidogyne* na A1₆ a 74,98% para *Pratylenchus* na A1₀. Apenas onívoros e *Eudorylaimus* apresentaram fraco GDE nas A2₀ e A1₃, sendo iguais a 84,69% e 82,47%, respectivamente. Fortes GDE foram observados em praticamente todas as épocas de amostragem e áreas experimentais, variando de 3,28% para Rhabditida na A2₆ a 22,57% para micófagos na A2₀ (Tabelas 8-10). Vale salientar que 22 e 17 *taxa* apresentaram GDE moderado nas A1 e A2, respectivamente, indicando que mais nematoides sofreram influência da adição da torta de nim na A1, e que os nematoides da A2 sofreram influência do clima e precipitação local.

Viketoft (2013) analisaram o grau de influência de fatores espaciais, vegetativos e abióticos sob as comunidades de nematoides em área de pastagem seminatural na Suécia em condições de pequena escala (espaçamento entre pontos igual a 0,10 e 0,60 m). O autor observou maior influência de fatores espaciais na composição das comunidades da maioria dos grupos tróficos de nematoides, porém a variação total não explicada pelos fatores estudados no referido trabalho variou de 69,8% a 91,1%. O autor ainda cita que a alta porcentagem de variância não explicada pode ser devido a fatores abióticos e bióticos presentes em escalas menores ou maiores, os quais podem estar governando a estrutura espacial da comunidade de nematoides.

O forte GDE encontrado para *Rotylenchulus*, 4,50% (Tabela 8), no início do experimento poder ser explicado devido ao hábito alimentar sedentário das espécies de nematoides semi-endoparasitos, os quais se alimentam de uma única célula vegetal por muito tempo (CASTILLO; VOVLAS; TROCCOLI, 2003), à rápida dispersão desses nematoides de sistemas radiculares de plantas diferentes através da infestação de raízes laterais (MOORE et al., 2010), assim como a altas densidades populacionais (COYNE; NICOL; CLADIUS-COLE, 2007). Contudo, após a adição da torta de nim, o GDE observado para esse gênero foi moderado, indicando que a torta de nim proporcionou maior resistência da goiabeira ao ataque desses fitonematoides ou inibição do ataque devido a substâncias nematicidas produzidas pela decomposição da matéria orgânica (COLLANGE et al., 2011), ou seja, a distribuição desse gênero foi menos agregada ao longo da área.

O ajuste do modelo esférico foi mais expressivo dentre as propriedades edáficas e de crescimento da planta (Tabelas 11-13), sendo observadas 22 variáveis ajustadas ao referido modelo; enquanto 12 foram ajustadas ao modelo Gaussiano e apenas uma ao modelo exponencial (condutividade elétrica na A2₆). Os modelos esférico e exponencial são os mais comumente ajustados aos atributos edáficos (CAMPOS et al., 2007; CAVALCANTE et al., 2007; ZANÃO JÚNIOR; LANA; GUIMARÃES, 2007).

Tabela 11. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada dos atributos edáficos e de crescimento da goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, antes da aplicação da torta de nim.

Atributo	Modelo	C ₀	C ₁	a (m)	R ²	C ₀ /(C ₀ +C ₁) (%)	GDE	Jack-Knifing	
								Média	DP
Área 1 (com nim)									
DENS	Esf.	0,0045	0,0017	25,0000	0,4955	72,58	Mod.	-0,010	1,045
UMI	Efeito Pepita puro								
PORO	Esf.	0,000742	0,000311	50,0000	0,6957	70,47	Mod.	-0,020	1,080
CE	Esf.	0,0574	0,0345	44,2450	0,5518	62,46	Mod.	0,014	1,083
RESP	Gauss.	0,0917	0,0277	20,8691	0,6381	76,80	Fraco	-0,050	0,947
CO	Efeito Pepita puro								
NT	Gauss.	0,0074	0,0097	60,4925	0,973	43,27	Mod.	0,007	1,018
pH	Efeito Pepita puro								
Área 2 (sem nim)									
DENS	Efeito Pepita puro								
UMI	Gauss.	0,0000873	0,0000832	33,0000	0,7987	51,20	Mod.	0,009	1,045
PORO	Esf.	0,00045	0,00033	16,0000	0,5350	57,69	Mod.	0,002	1,061
CE	Esf.	0,0132	0,0850	20,9554	0,7442	13,44	Forte	0,026	0,927
RESP	Efeito Pepita puro								
CO	Efeito Pepita puro								
NT	Esf.	0,0072	0,0018	38,0168	0,8840	80,00	Fraco	-0,003	1,035
pH	Efeito Pepita puro								

DENS – Densidade do solo (g cm⁻³); UMI – Umidade do solo (g g⁻¹); PORO – Porosidade total do solo (cm³ cm⁻³); CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m⁻¹); RESP – Evolução C-CO₂ (mg CO₂); CO – Carbono orgânico total do solo (dag kg⁻¹); NT – Nitrogênio total do solo (g kg⁻¹); pH – Potencial hidrogeniônico; Esf. – Esférico; Gauss. – Gaussiano; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação; DP – Desvio Padrão. Valores orginais de CE transformados para 1/x e RESP para log(x+1).

Tabela 12. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada dos atributos edáficos e de crescimento da goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, três meses após a aplicação da torta de nim.

Atributo	Modelo	C ₀	C ₁	a (m)	R ²	C ₀ /(C ₀ +C ₁) (%)	GDE	Jack-Knifing	
								Média	DP
Área 1 (com nim)									
DENS	Efeito Pepita puro								
UMI	Esf.	0,000439	0,000477	32,0000	0,8974	47,93	Mod.	-0,023	1,004
PORO	Efeito Pepita puro								
CE	Gauss.	0,2020	0,0892	29,3037	0,9972	69,37	Mod.	-0,075	0,929
RESP	Esf.	89,0934	60,8257	38,7603	0,8757	59,43	Mod.	0,001	1,149
CO	Esf.	0,0064	0,0026	54,6216	0,9206	71,11	Mod.	-0,033	1,064
NT	Esf.	0,9679	0,1534	51,4044	0,8001	86,32	Fraco	-0,066	1,087
pH	Esf.	0,0203	0,1964	16,9613	0,6672	9,37	Forte	-0,031	1,050
DIAM	Gauss.	0,0461	0,0724	64,3063	0,9378	38,90	Mod.	0,001	0,970
Área 2 (sem nim)									
DENS	Efeito Pepita puro								
UMI	Esf.	0,000294	0,000146	33,0000	0,7873	66,82	Mod.	0,010	1,050
PORO	Efeito Pepita puro								
CE	Gauss.	0,2291	0,1250	36,9169	0,9341	64,70	Mod.	-0,018	0,944
RESP	Gauss.	82,6639	119,177	42,8046	0,9807	40,95	Mod.	-0,018	1,076
CO	Esf.	0,0030	0,0103	27,9968	0,9688	22,56	Forte	-0,015	1,029
NT	Esf.	0,1438	0,1567	18,4857	0,7283	47,85	Mod.	-0,002	1,058
pH	Efeito Pepita puro								
DIAM	Efeito Pepita puro								

DENS – Densidade do solo (g cm⁻³); UMI – Umidade do solo (g g⁻¹); PORO – Porosidade total do solo (cm³ cm⁻³); CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m⁻¹); RESP – Evolução C-CO₂ (mg CO₂); CO – Carbono orgânico total do solo (dag kg⁻¹); NT – Nitrogênio total do solo (g kg⁻¹); pH – Potencial hidrogeniônico; Esf. – Esférico; Gauss. – Gaussiano; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação; DP – Desvio Padrão.

Tabela 13. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada dos atributos edáficos e de crescimento da goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano, seis meses após a aplicação da torta de nim.

Atributo	Modelo	C ₀	C ₁	a (m)	R ²	C ₀ /(C ₀ +C ₁) (%)	GDE	Jack-Knifing	
								Média	DP
Área 1 (com nim)									
DENS	Gauss.	0,0128	0,0072	19,6634	0,9034	64,00	Mod.	0,009	0,987
UMI	Gauss.	0,000378	0,000453	20,8113	0,9692	45,49	Mod.	-0,013	0,882
PORO	Gauss.	0,0019	0,0011	16,9703	0,9841	63,33	Mod.	-0,017	0,992
CE	Efeito Pepita puro								
RESP	Efeito Pepita puro								
CO	Esf.	0,0148	0,0237	17,1590	0,6654	38,44	Mod.	-0,039	1,075
NT	Esf.	2,2807	0,7199	29,0486	0,7319	76,01	Fraco	-0,023	1,082
pH	Efeito Pepita puro								
DIAM	Gauss.	0,1051	0,0397	32,3301	0,9332	72,58	Mod.	-0,037	1,101
Área 2 (sem nim)									
DENS	Efeito Pepita puro								
UMI	Gauss.	0,000989	0,000401	32,7970	0,9647	71,15	Mod.	0,023	1,007
PORO	Efeito Pepita puro								
CE	Exp.	0,0238	0,0071	23,3053	0,8996	77,02	Fraco	0,0013	1,007
RESP	Esf.	65,1699	149,7830	21,4709	0,6508	30,32	Mod.	0,019	1,246
CO	Efeito Pepita puro								
NT	Efeito Pepita puro								
pH	Efeito Pepita puro								
DIAM	Esf.	0,0442	0,1962	16,1498	0,9557	18,39	Forte	0,023	0,913

DENS – Densidade do solo (g cm⁻³); UMI – Umidade do solo (g g⁻¹); PORO – Porosidade total do solo (cm³ cm⁻³); CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m⁻¹); RESP – Evolução C-CO₂ (mg CO₂); CO – Carbono orgânico total do solo (dag kg⁻¹); NT – Nitrogênio total do solo (g kg⁻¹); pH – Potencial hidrogeniônico; Esf. – Esférico; Gauss. – Gaussiano; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação; DP – Desvio Padrão. Valores orginais de CE transformados para 1/x e RESP para log(x+1).

Vários autores ajustaram o modelo esférico a maioria dos atributos físicos (BARONI et al., 2013; CARDOSO et al., 2012; TAVARES et al., 2012; SILVA et al., 2010) e químicos (PENG et al., 2013; YANG et al., 2013; PAZ; VISCONTI; RUBIO, 2011; VIEIRA et al., 2011; PINHEIRO et al., 2008) do solo. Alguns estudos avaliaram a dependência espacial do diâmetro do tronco de frutíferas, por exemplo, Terra (2012) e Terra et al. (2011), os quais ajustaram modelo exponencial para o diâmetro do tronco de pessegueiros no estado do Rio Grande do Sul.

Na A1, densidade e porosidade total do solo apresentaram os mesmos modelos ajustados em relação aos períodos de amostragem, sendo esférico antes da aplicação da torta de nim, efeito pepita puro três meses após a aplicação e Gaussiano ao final do experimento (Tabelas 11-13). A melhoria da qualidade e estrutura do solo (GOPINATH et al., 2008,

2009; AKHTAT; MALIK, 2000) possivelmente proporcionada pela adição do material vegetal pode ter contribuído para essa diferença no padrão de distribuição espacial das variáveis citadas. É importante destacar que o modelo Gaussiano é altamente desejável, pois representa maior continuidade na variabilidade do atributos estudado à medida que os pontos se afastam entre si (LAMPARELLI; ROCHA; BORGHI, 2001), ou seja, as variáveis se apresentam mais contínuas ao final do experimento.

No início do experimento, umidade do solo e teor de carbono orgânico não apresentaram dependência espacial (Tabela 11), porém após a aplicação da torta de nim, ambos os atributos apresentaram-se ajustados aos modelos esférico e/ou Gaussiano (Tabelas 12 e 13). Esse comportamento demonstra que a torta de nim favoreceu a retenção de água no solo e o aumento da reserva de carbono orgânico, devido à decomposição da matéria orgânica, ao longo da A1. Os resultados encontrados corroboram estudos de Paul et al. (2013), os quais observaram incremento das reservas de carbono em solos com incorporação de resíduos vegetais; Emami e Astaraei (2012), os quais encontraram aumento na retenção de água e no teor de água disponível às plantas em solo sob adição de condicionantes orgânicos de origem urbana; e Singh, Kar e Varade (1976), os quais encontraram maior retenção de água em solos incorporados com torta de nim.

Na área experimental que não recebeu aplicação da torta de nim (A2), observou-se que a densidade do solo e o pH foram espacialmente independentes, apresentando efeito pepita puro ao longo de todo experimento; a porosidade total e o teor de nitrogênio total do solo apresentaram dependência espacial no início do experimento, porém, ao final, observou-se efeito pepita puro para as variáveis; e a evolução C-CO₂ foi o único atributo edáfico que apresentou dependência espacial durante a última época de amostragem, tendo sido observado efeito pepita puro no início do experimento (Tabelas 11-13).

O comportamento da densidade do solo e do pH demonstra que essas variáveis são bastante influenciadas por fatores extrínsecos ao solo (AQUINO et al., 2014), provavelmente em maior escala pela precipitação e clima locais; a porosidade total e o teor de nitrogênio total do solo apresentavam-se espacialmente relacionados durante a primeira coleta (Tabela 11) possivelmente devido ao arranjo das árvores das goiabeiras, porém ao longo do tempo, a influência dos fatores externos prevalecem sobre essas variáveis, levando a ausência de dependência espacial ao final do experimento (Tabela 13).

O GDE indica predominância de moderada dependência espacial (22 atributos), sendo 14 na A1 e 8 na A2 (Tabelas 11-13); resultado que reforça a assertiva de Aquino et al. (2014). Quatro atributos apresentaram-se fortemente dependentes: condutividade elétrica na

A₂₀, pH na A₁₃, carbono orgânico na A₂₃ e diâmetro do tronco na A₂₆. O GDE do teor de nitrogênio total foi classificado como fraco em três condições (A₂₀, A₁₃ e A₁₆) (Tabelas 11-13). Resultados que corroboram outros estudos sobre dependência espacial de atributos edáficos (OLIVEIRA, 2014; ALVES et al., 2013; SANTOS et al., 2013; CARDOSO et al., 2012; MOLIN et al., 2012; TERRA, 2012; TERRA et al., 2011), porém discordam de Mion et al. (2012), os quais observaram GDE fraco (sempre superior a 90%) para porosidade total, densidade e umidade gravimétrica de Argissolo Amarelo.

Na A₁, apesar de não ter sido detectada variação na classificação do GDE para densidade e porosidade total do solo, pode-se observar que os valores diminuíram de 72,58% para 64% e de 70,47% para 63,33%, respectivamente (Tabelas 11 e 13). Portanto, ao final do experimento a dependência espacial dessas variáveis foi melhor descrita pela geoestatística. Contrariamente, o GDE da condutividade elétrica aumentou de 62,46% para 69,37%. O comportamento do último atributo pode ser devido à água de irrigação ou a diferenças na absorção e expulsão dos sais solúveis pelas raízes das goiabeiras (OLIVEIRA, 2014), assim como, à precipitação local, a qual lixivia os sais solúveis, e a diferenças na taxa de decomposição da matéria orgânica ao longo da área, liberando nutrientes em diferentes concentrações ao longo da área.

O GDE do teor de nitrogênio total foi classificado como moderado (43,27%) no início do experimento (Tabela 11) e fraco nas duas amostragem após a aplicação da torta de nim (86,32% e 76,01%) (Tabelas 12 e 13), sugerindo que esse macronutriente é altamente influenciado pelo manejo e uso do solo de determinada área, conforme observado por Peng et al. (2013). Bowles et al. (2014) concluíram que diferenças no manejo de agroecossistemas orgânicos influenciam o teor de nutrientes acumulados no solo. Zheng et al. (2014) observaram diferenças no teor de nitrogênio total acumulado em diferentes tipos de florestas comerciais; Mengual et al. (2014) observaram maior acumulação de nitrogênio total após aplicar resíduos de beterraba + *Enterobacter* sp. em solo de região semiárida; Palmer e Davies (2014), após aplicação de resíduo municipal verde, observaram maiores conteúdos de nitrogênio disponível; e Bouajila e Sanaa (2011) encontram maiores teores de nitrogênio total em solos com adição de matéria orgânica.

Outro fator que pode ter influenciado a fraca dependência espacial do teor de nitrogênio total é a liberação de amônia quando da decomposição do nim (ABBASI et al., 2005). Shivakumar et al. (2011) observaram maiores teores de carbono orgânico e altos teores de nitrogênio total em tratamentos com adição de óleo de nim em cultivo de milho miúdo (*Eleusina coracana* L.)

Tabela 14. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial (GDE) e validação cruzada das frações granulométricas (g kg^{-1}) de Neossolo Regolítico cultivado com goiabeira (*Psidium guajava*) nas malhas amostrais no Semiárido Pernambucano.

Atributo	Modelo	C ₀	C ₁	a (m)	R ²	C ₀ /(C ₀ +C ₁) (%)	GDE	Jack-Knifing	
								Média	DP
Área 1 (com nim)									
Areia	Gauss.	363.583	938.129	36.9468	0.9851	27.93	Mod.	0.008	1.034
AG	Gauss.	1160.21	2274.44	34.2836	0.9972	33.78	Mod.	-0.010	1.007
AF	Esf.	63.5829	346.991	41.2379	0.9954	15.49	Forte	0.001	1.012
Silt	Gauss.	158.8760	366.568	21.1073	0.9690	30.24	Mod.	-0.022	0.922
Arg	Gauss.	56.4378	56.0402	34.2596	0.9368	50.18	Mod.	-0.022	0.932
Área 2 (sem nim)									
Areia	Esf.	117.4700	502.201	26.8525	0.9063	18.96	Forte	0.025	0.863
AG	Gauss.	477.3190	623.173	22.0308	0.9350	43.37	Mod.	0.009	0.814
AF	Esf.	183.1150	146.8680	60.7486	0.7783	55.49	Mod.	0.032	0.984
Silt	Gauss.	264.4220	153.589	19.7170	0.9430	63.26	Mod.	-0.013	0.82
Arg	Esf.	27.6983	71.6548	23.8599	0.8748	27.88	Mod.	-0.051	1.008

AG – Areia grossa; AF – Areia fina; Esf. – Esférico; Gauss. – Gaussiano; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação; DP – Desvio Padrão.

Comparando-se os parâmetros dos semivariogramas teóricos das frações granulométricas, percebe-se que os atributos foram ajustados aos modelos Gaussiano e esférico, com prevalência do primeiro modelo: areia, areia grossa, silte e argila na A1, assim como areia grossa e silte na A2 (Tabela 14). Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram Bottega et al. (2013), os quais ajustaram o modelo Gaussiano a todas as frações granulométricas estudadas em Latossolo Vermelho distroférico no estado do Mato Grosso do Sul, e Silva e Lima (2013) em Latossolo Vermelho-Amarelo húmico no estado de Minas Gerais. Como citado anteriormente, o modelo Gaussiano descreve fenômenos contínuos (BOTTEGA et al., 2013; PANNATIER, 1996). Comumente, os teores das frações granulométricas apresentam elevada continuidade espacial (SILVA; LIMA; SOUZA, 2010), pois são atributos edáficos muito estáveis e sofrem pouca influência do manejo adotado (SILVA; LIMA, 2013), corroborando dados do presente trabalho.

Porém, outros autores ajustaram outros modelos para as frações granulométricas em diferentes classes de solo e profundidades. Aquino et al. (2014) ajustaram os modelos esférico e exponencial a areia, silte e argila em Latossolo de áreas de floresta nativa e de pastagem no estado do Amazonas; Lima et al. (2014) observaram ajuste do modelo esférico para areia e argila de Latossolo Vermelho-Amarelo no estado do Espírito Santo; Santos et al. (2012) ajustaram o modelo exponencial os atributos areia e silte em Neossolo Flúvico no

Semiárido Pernambucano; Vieira et al. (2011) ajustaram, em grande maioria, o modelo esférico às frações granulométricas em Latossolo no estado de São Paulo.

Com relação ao GDE, apenas areia fina na A1 e areia na A2 apresentaram-se fortemente dependentes, com valores iguais a 15,49% e 18,96%, respectivamente; as outras frações primárias apresentaram GDE moderado, variando de 27,88% para argila a 63,26% para silte, ambos na A2 (Tabela 14). Resultados similares aos obtidos por Lima et al. (2014), Bottega et al. (2013), Silva e Lima (2013), Santos et al. (2012) e Vieira et al. (2011); contudo, Aquino et al. (2014) observaram fraca dependência espacial para as frações granulométricas, especialmente a argila. Fenômenos de deposição e movimentação de partículas finas ocorrentes em Vales Aluviais (Santos et al., 2012) podem ter influenciado a forte dependência espacial observada para a areia fina na A1.

Mello e Scolforo (2000) afirmam que os atributos do solo apresentam uma grande variação espacial, de tal forma que, os valores de R^2 , para os modelos observados foram aceitos, segundo a recomendação de Isaaks e Srivastava (1989), os quais citam como satisfatórios valores de correlação entre 60 e 70%, e ótimos acima de 70%, para modelos de estimação da variabilidade dos atributos de solo, que apresentam um grande variação espacial deste componente.

Alcance da dependência espacial e semivariogramas

Os semivariogramas teóricos da nematofauna, atributos edáficos e de crescimento da goiabeira estão representados nas Figuras 3-15. Como dito anteriormente, os atributos que apresentam dependência espacial foram ajustados aos modelos esférico, exponencial ou Gaussiano. Em contrapartida, a ausência de dependência espacial para alguns atributos é caracterizada pelo gráfico do modelo efeito pepita puro, o qual é representado por uma reta paralela ao eixo das abscissas, com alcance nulo (SHABAZI et al., 2013).

O alcance da dependência espacial representa a máxima distância a qual é possível identificar padrão de distribuição espacial de determinada variável (LIMA et al., 2014; SANTOS et al., 2012), ou seja, indica a o raio de influência espacial de uma amostra. Amostras coletadas além do alcance são consideradas independentes entre si, sendo a estatística clássica adequada para avaliação de tais variáveis (MENDES et al., 2007).

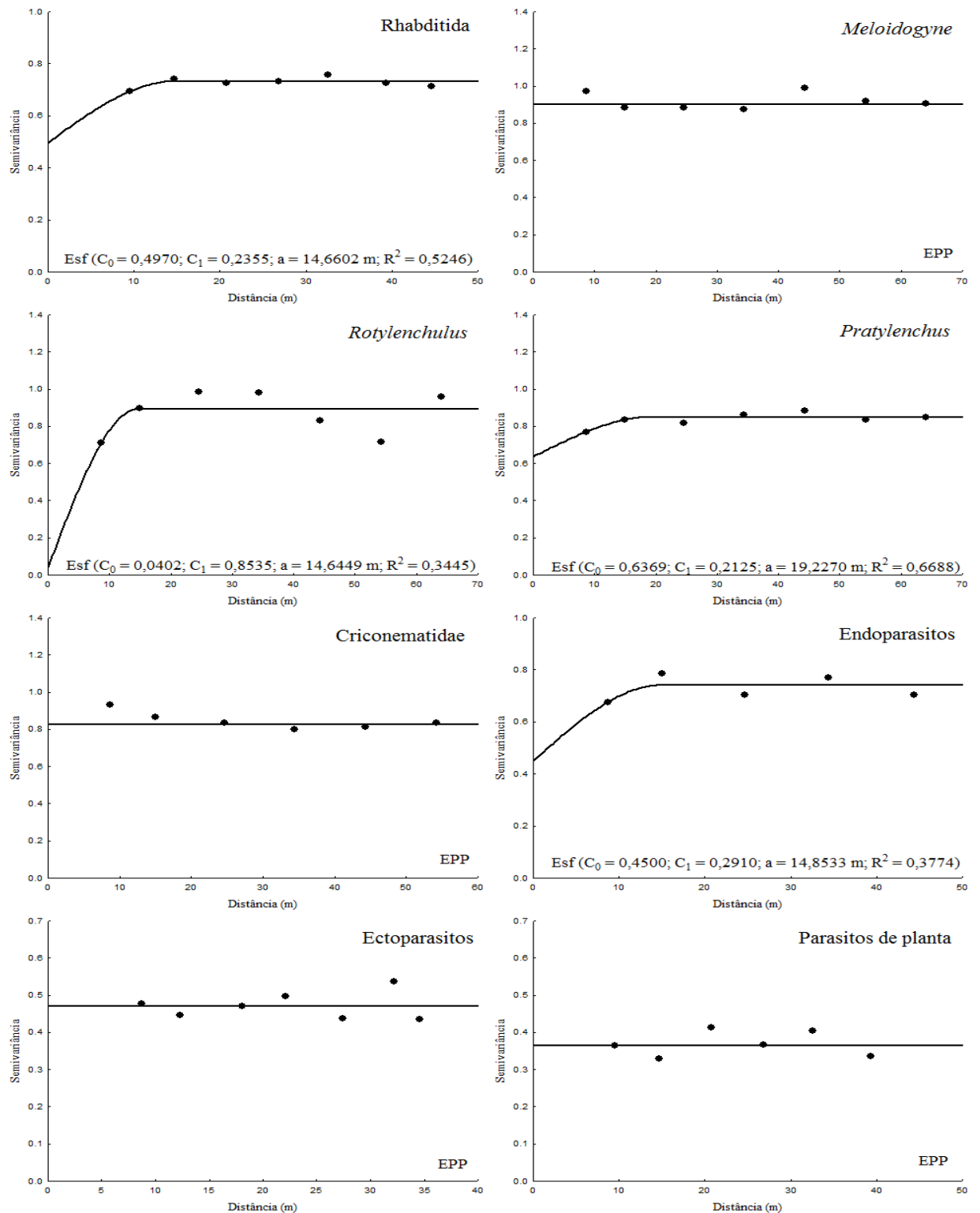


Figura 3. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 1, antes da aplicação da torta de nim (A1₀). (Esf – Modelo Esférico; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)

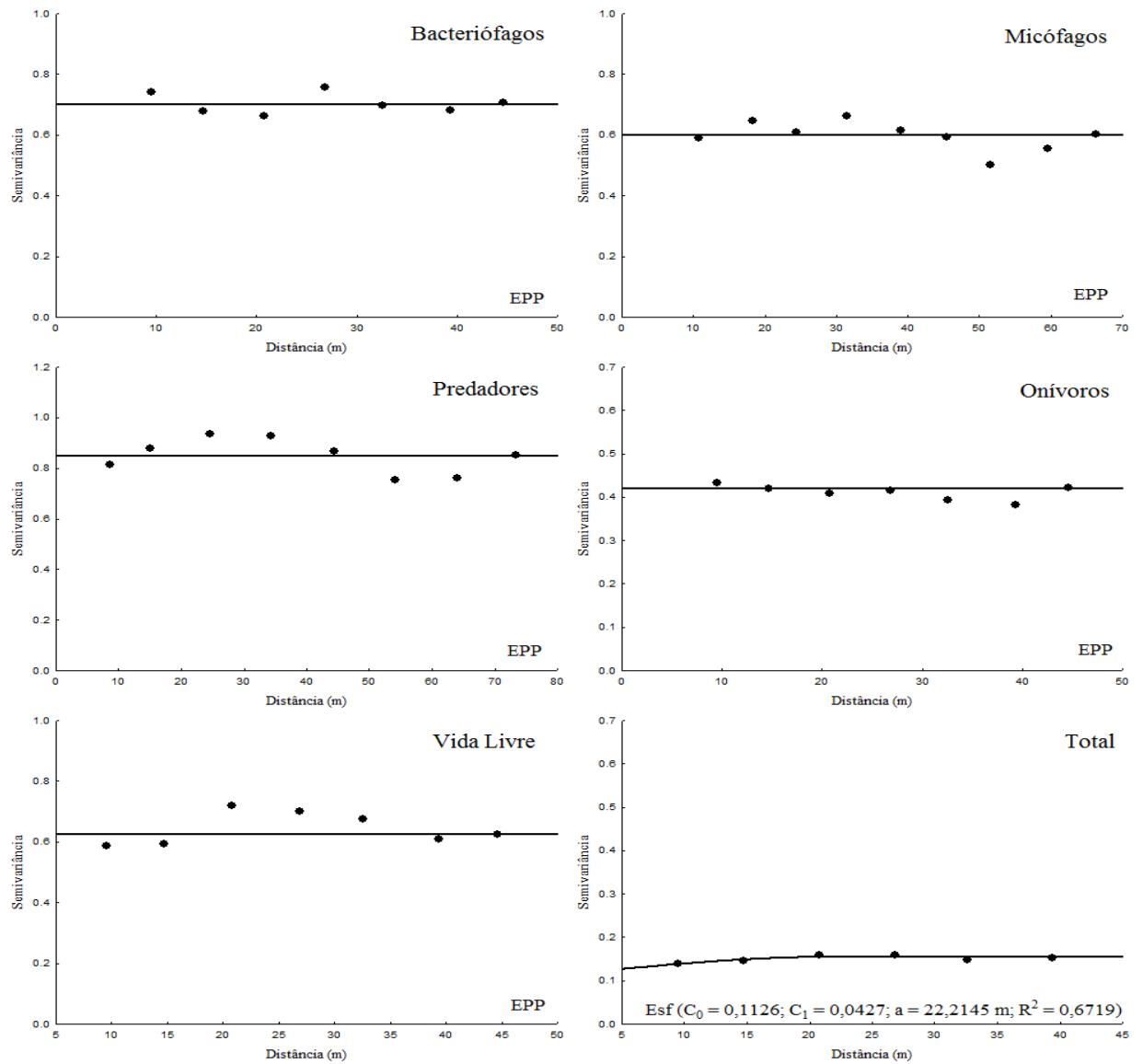


Figura 3. Continuação.

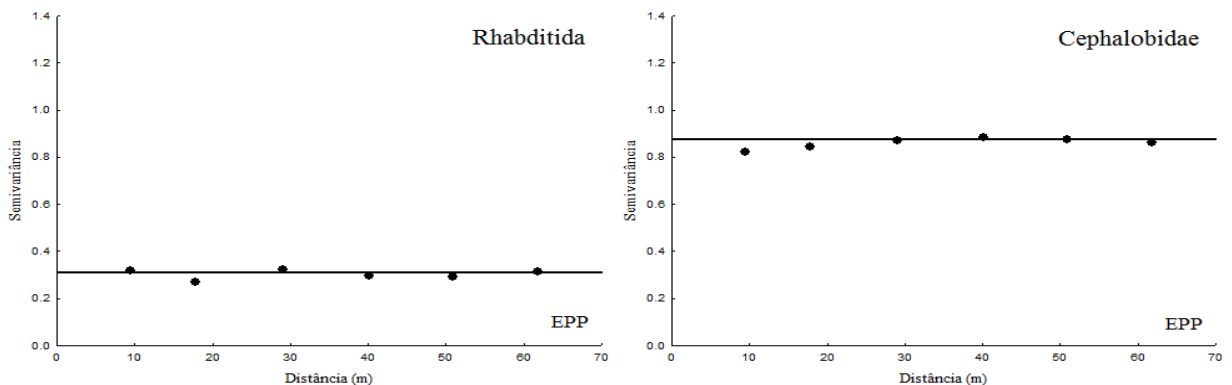


Figura 4. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 1, três meses após a aplicação da torta de nim (A1₃). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)

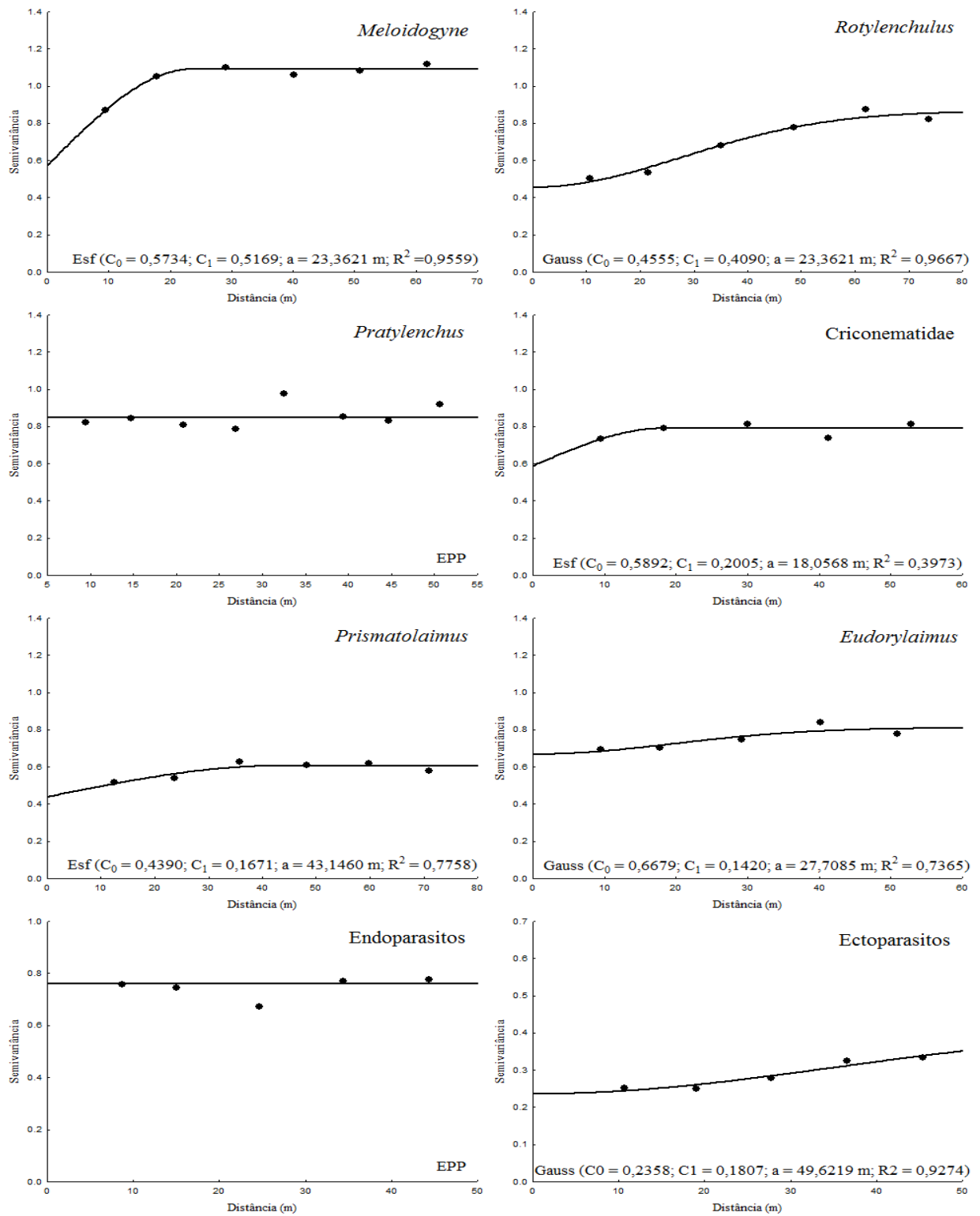


Figura 4. Continuação.

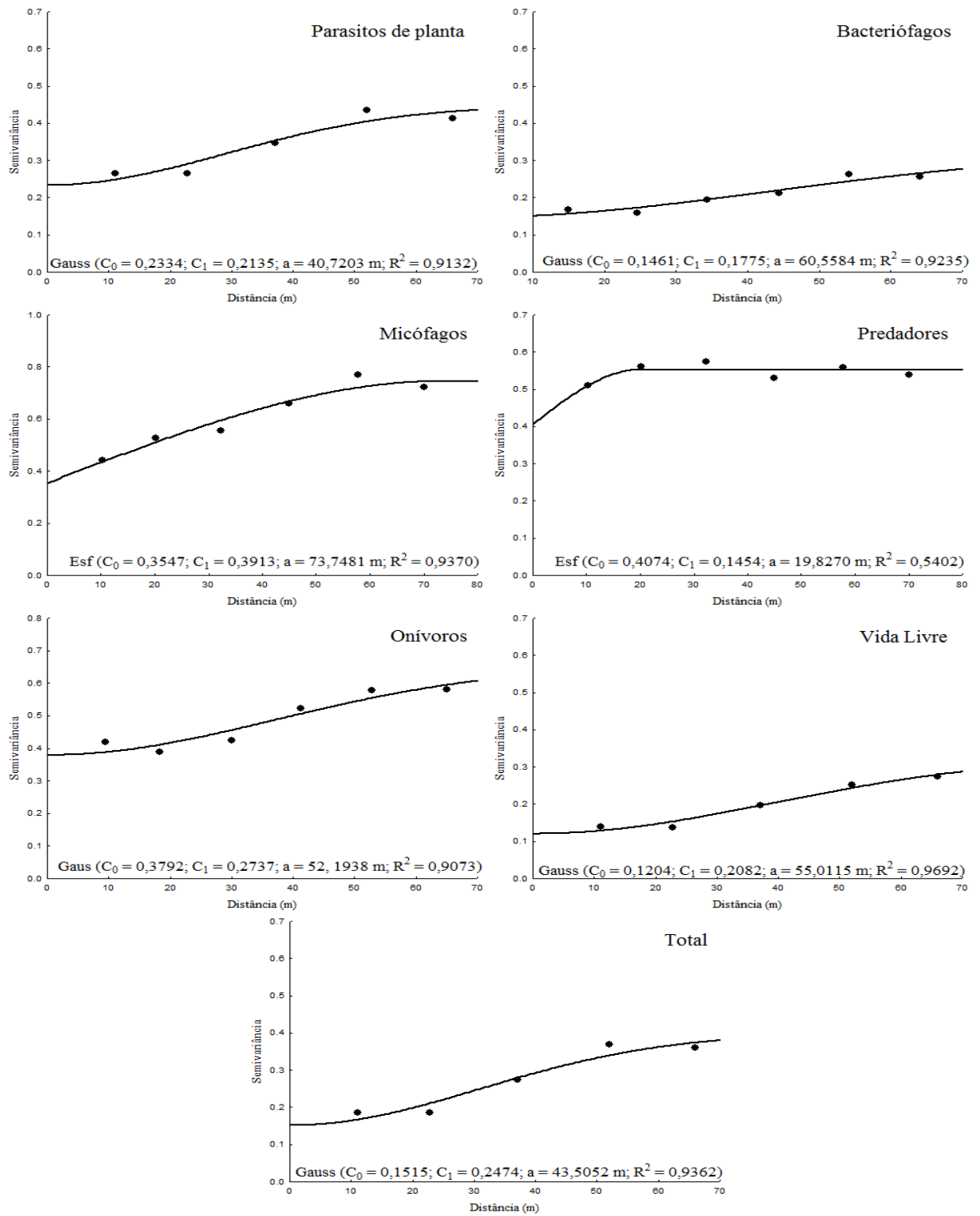


Figura 4. Continuação.

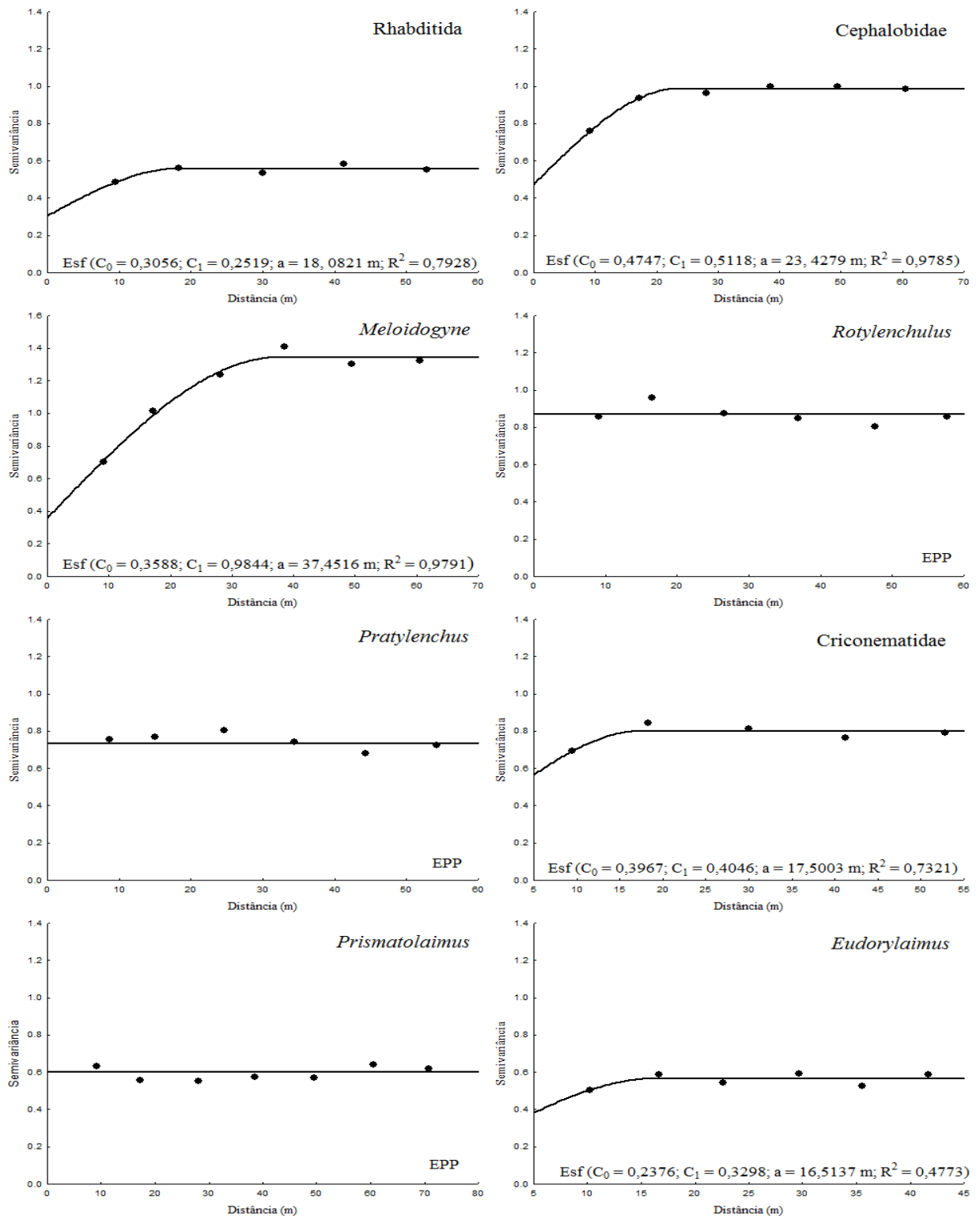


Figura 5. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 1, seis meses após a aplicação da torta de nim (A16). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C_0 – Efeito pepita; C_1 – Soleira; a – Alcance; R^2 – Coeficiente de determinação)

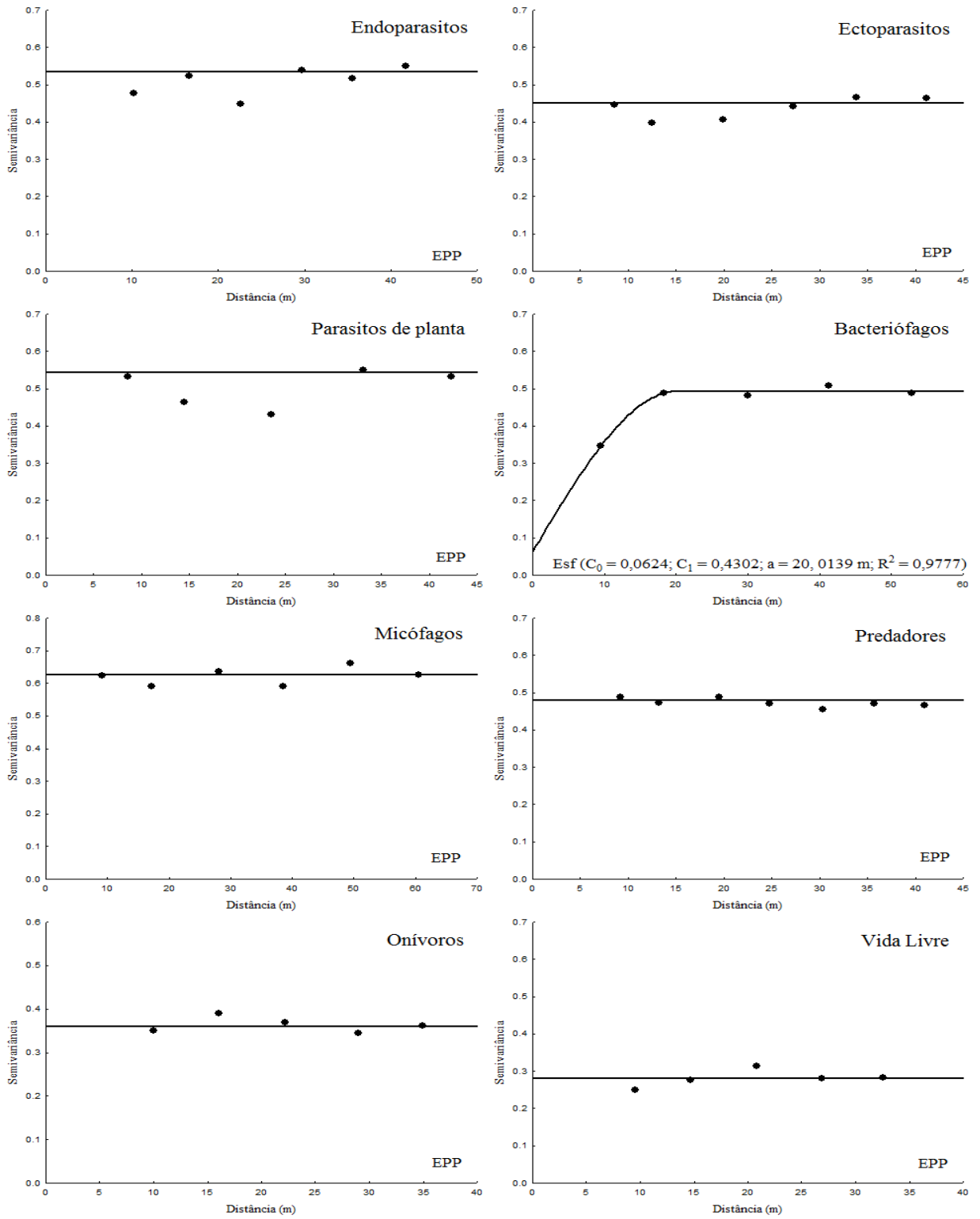


Figura 5. Continuação.

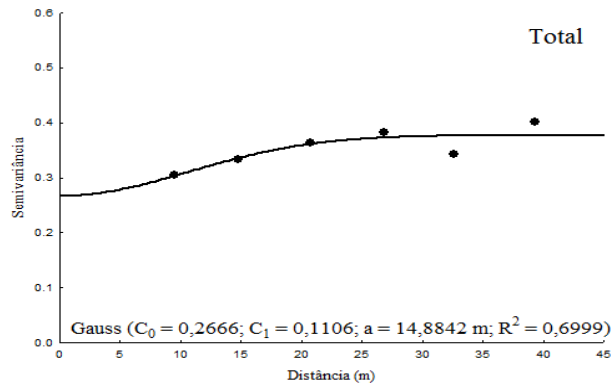


Figura 5. Continuação.

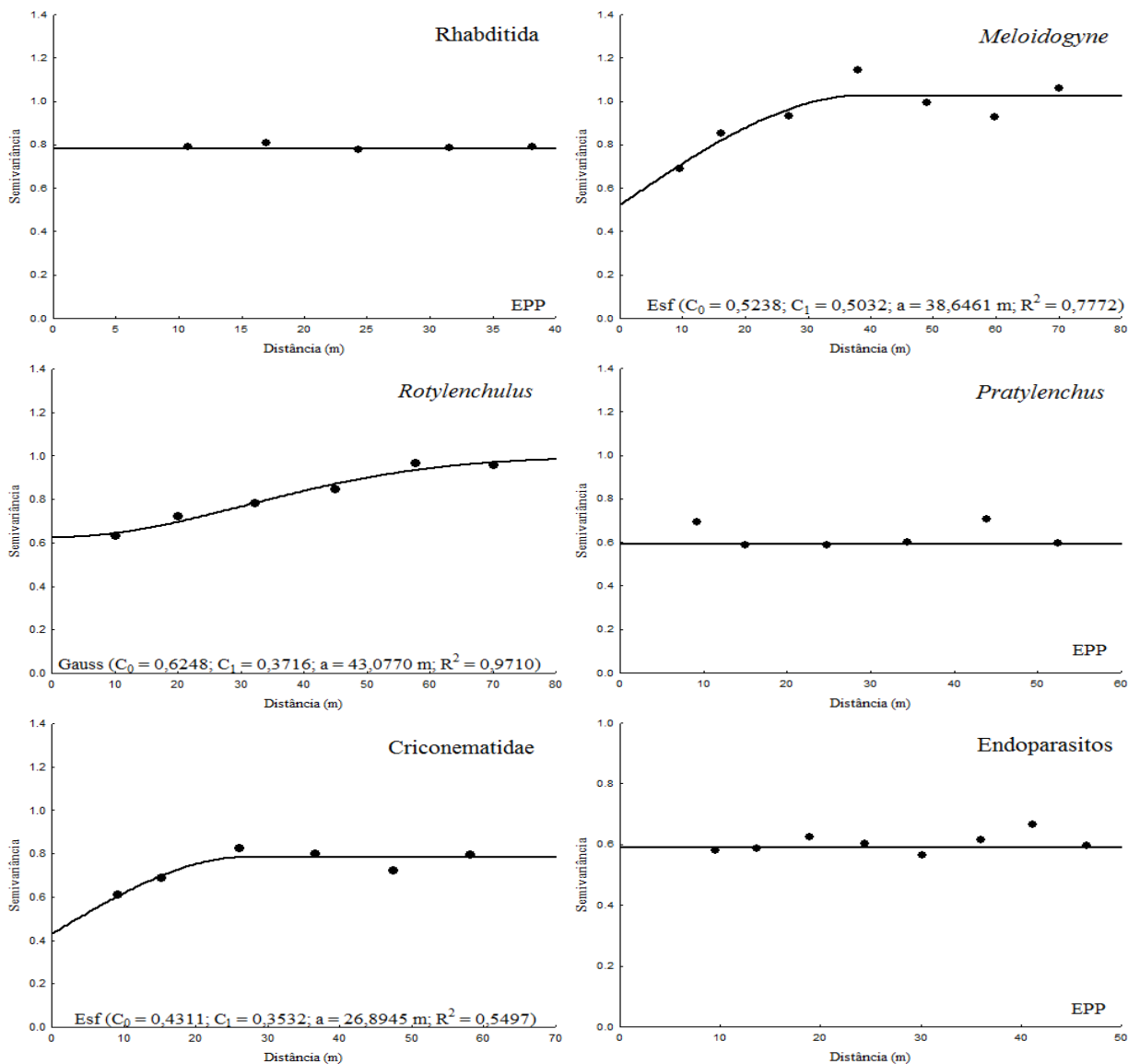


Figura 6. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a primeira época de amostragem (A2₀). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C_0 – Efeito pepita; C_1 – Soleira; a – Alcance; R^2 – Coeficiente de determinação)

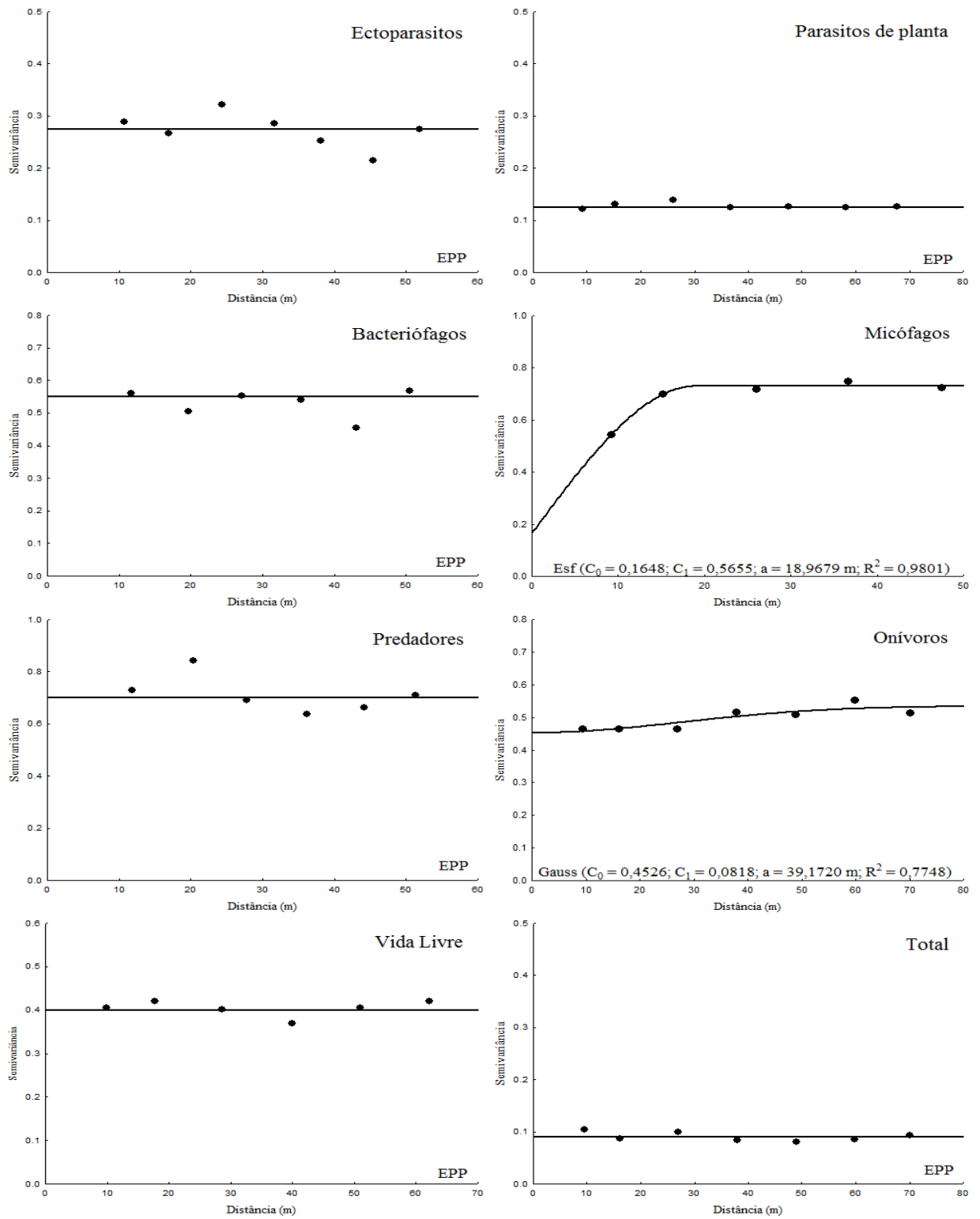


Figura 6. Continuação

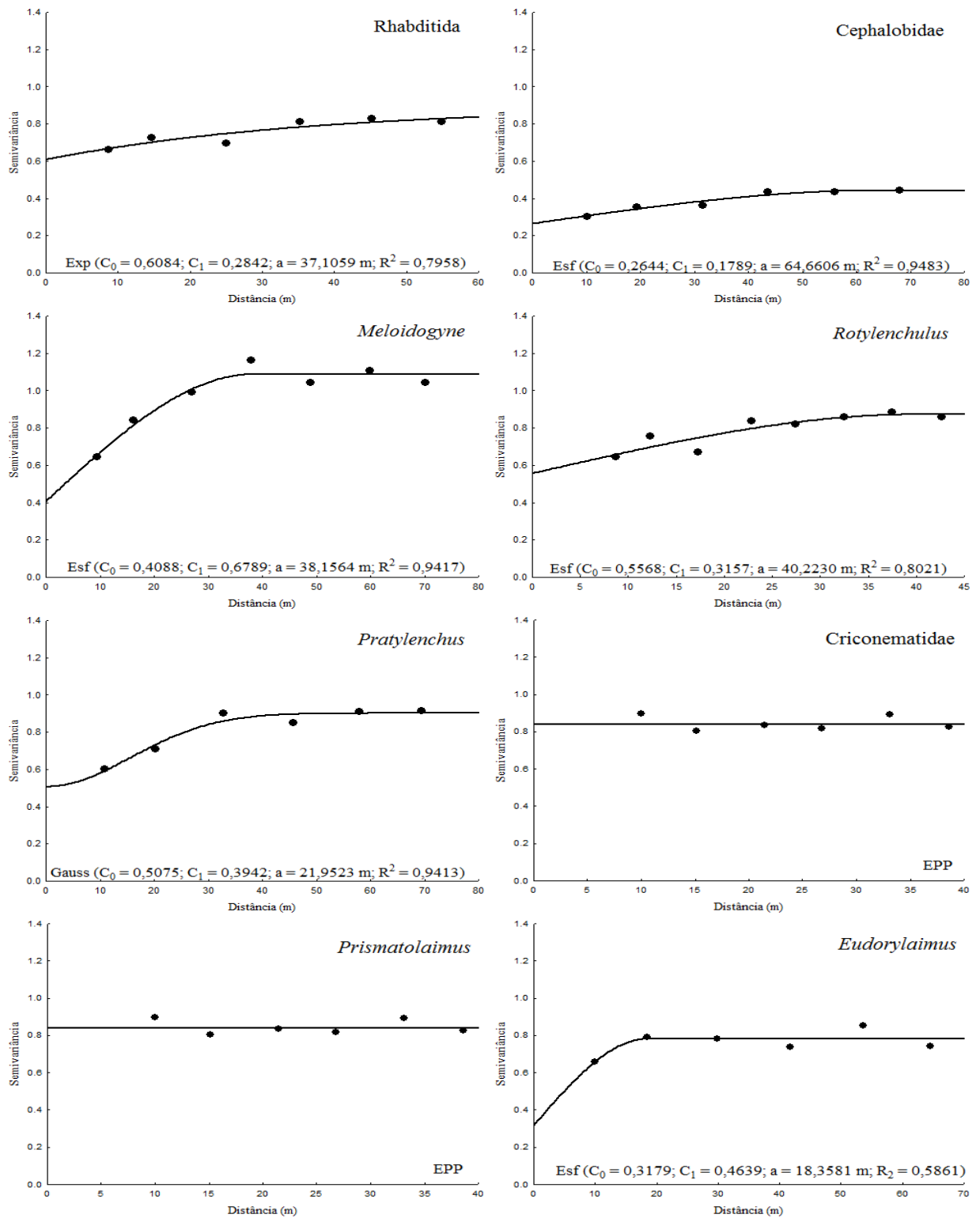


Figura 7. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a segunda época de amostragem (A₂₃). (Exp – Modelo Exponencial; Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)

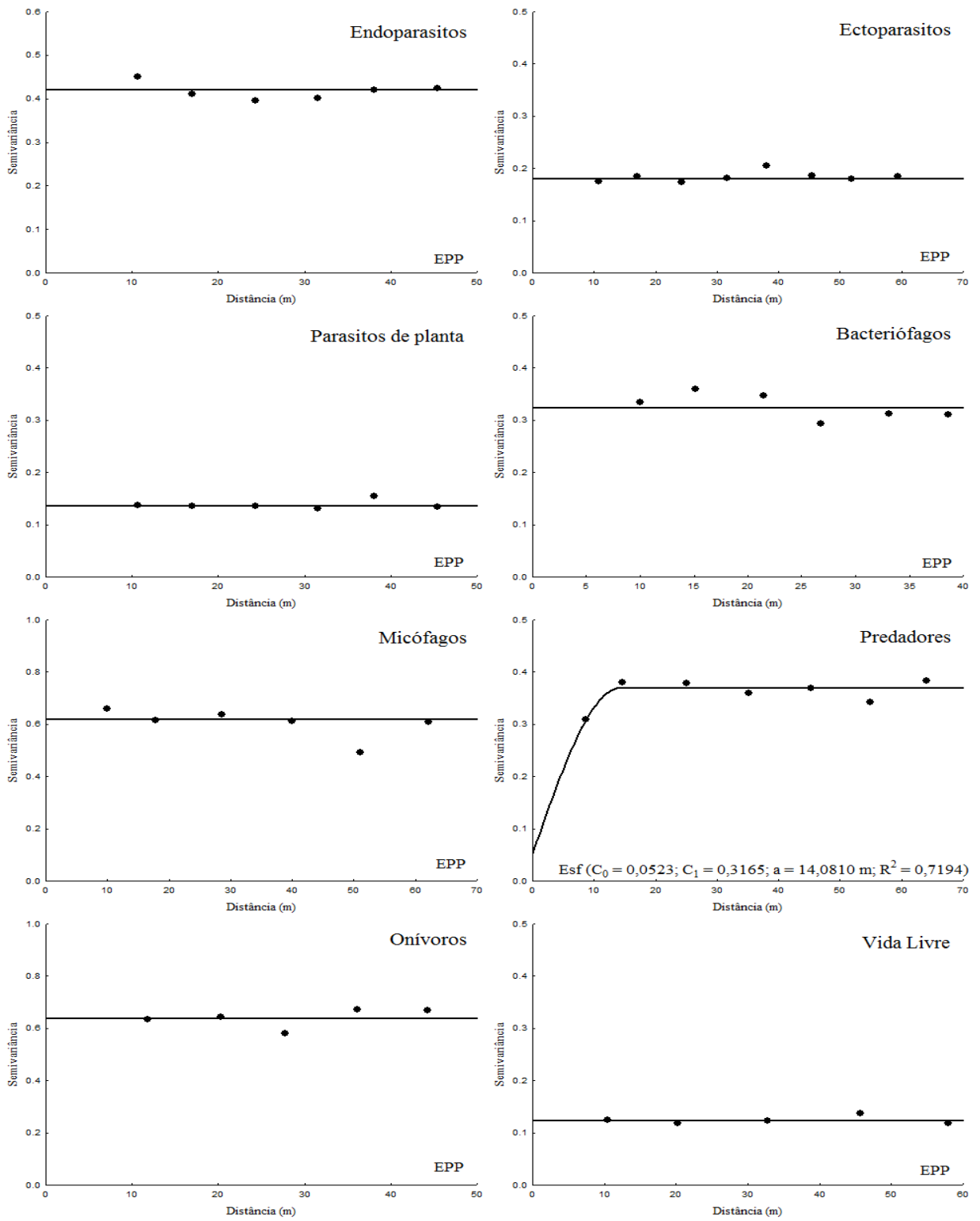


Figura 7. Continuação.

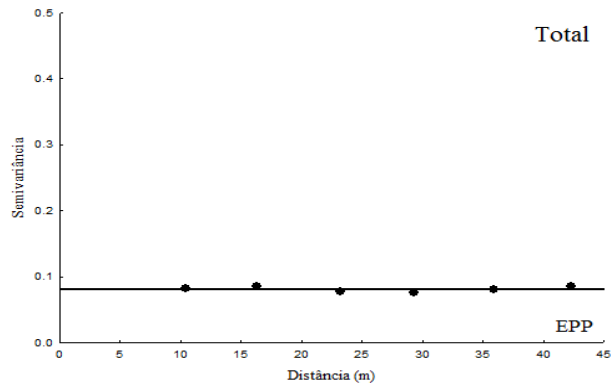


Figura 7. Continuação.

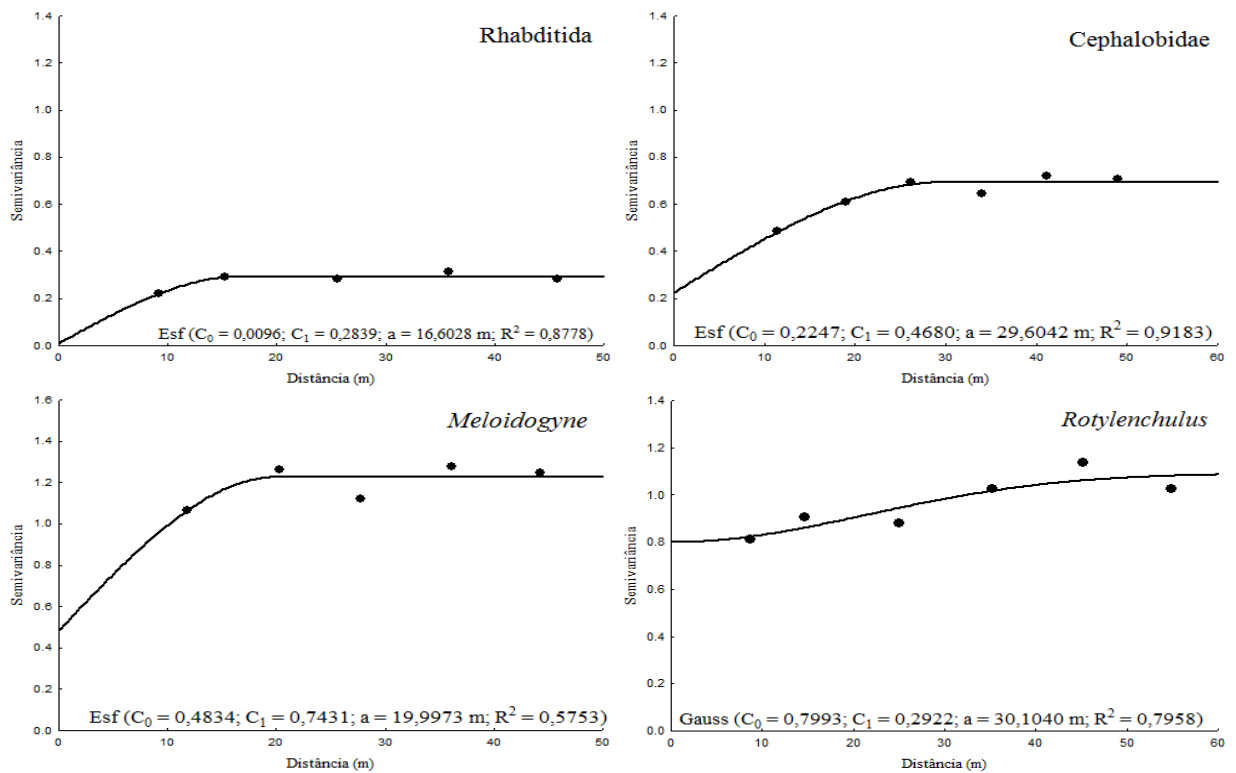


Figura 8. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para nematofauna associada à goiabeira na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a terceira época de amostragem (A2₆). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C_0 – Efeito pepita; C_1 – Soleira; a – Alcance; R^2 – Coeficiente de determinação)

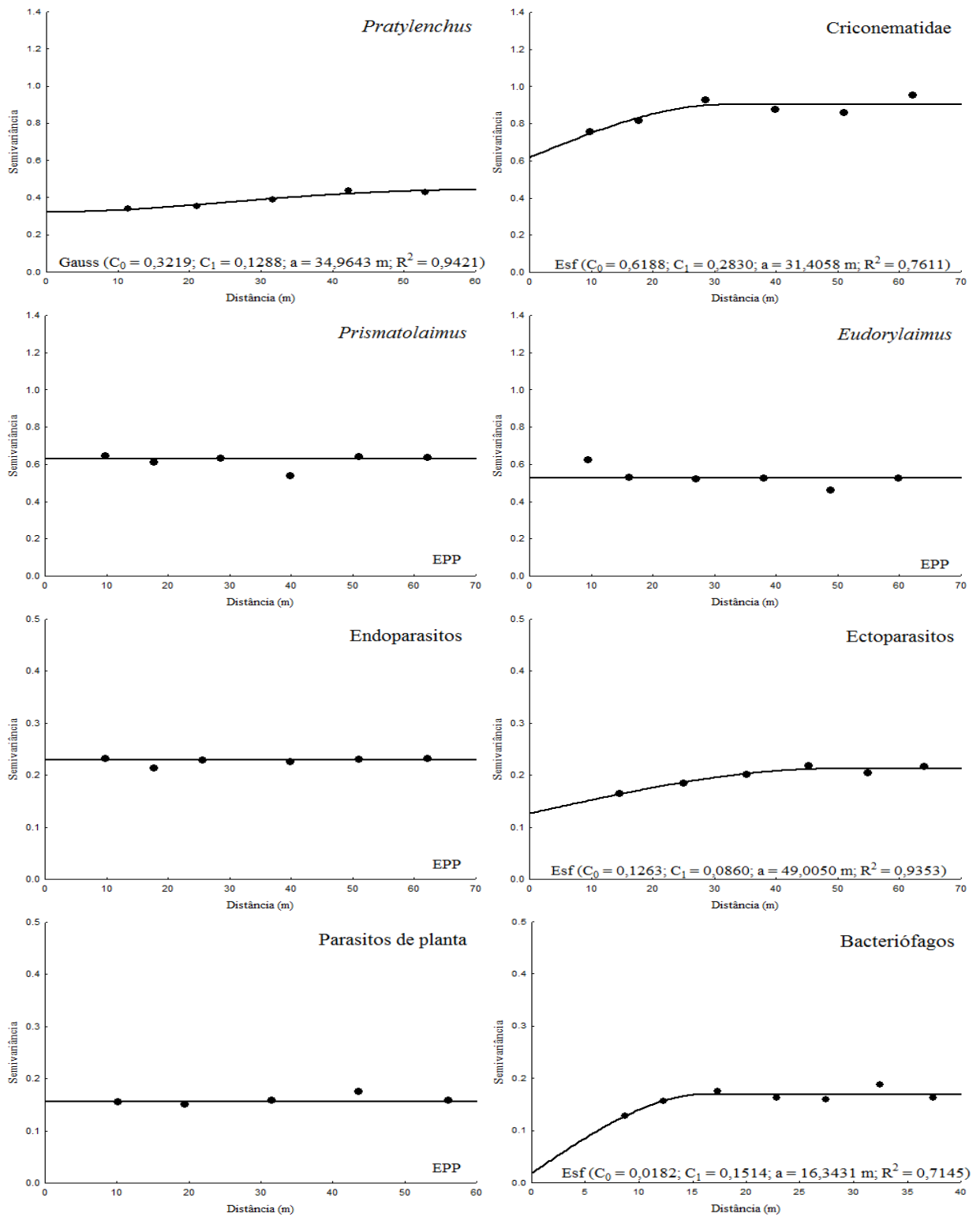


Figura 8. Continuação.

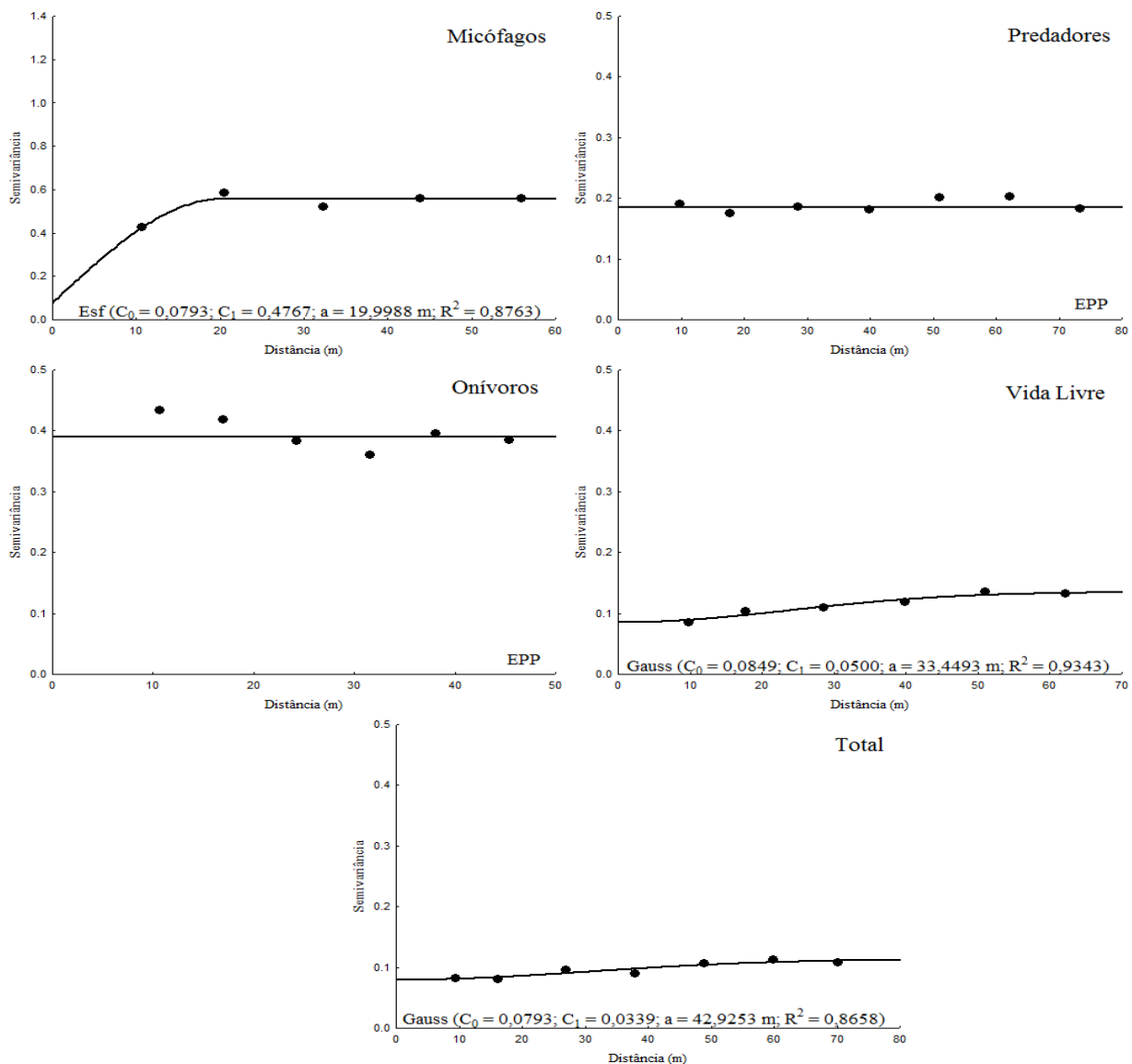


Figura 8. Continuação.

Dentre os grupos taxonômicos de nematoides, o alcance variou de 14,6602 a 73,7481 m para Rhabditida na A1₀ e micófagos na A1₃, respectivamente; enquanto que variou de 14,0810 a 64,6606 m para predadores e Cephalobidae na A2₃, respectivamente (Fig. 3-8). Para as propriedades físico-químicas, o alcance variou de 16,9610 a 60,4925 m para pH na A1₃ e nitrogênio total na A1₀, e de 16,0000 a 42,8046 para porosidade total do solo na A2₀ e evolução C-CO₂ na A2₃, respectivamente (Fig. 9-14). Para o diâmetro do tronco, o alcance variou de 32,3301 a 64,3063 na A1₆ e A1₃, respectivamente, e apresentou alcance igual a 16,1498 na A2₆ (Fig. 11 e 14). Com relação às frações granulométricas, o menor e o maior alcances foram encontrados na A2, sendo iguais a 19,7170 e 60,7486 para silte e areia fina, respectivamente (Fig. 15).

Estudos sobre a dependência espacial da nematofauna (OLIVEIRA, 2014; VIKETOFT, 2013; CARDOSO et al., 2012; DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2009, 2010; HUA; JIANG; LIANG, 2008) diferem no valor do alcance, tanto a nível de espécie, quanto a nível de grupo trófico, sugerindo que diferentes manejos, classes e textura do solo e clima e regime de precipitação locais possuem maior ou menor impacto na zona de influência desses microrganismos. As diferenças entre os valores de alcance obtidos para fitoparasitas com amostragens de mesma configuração podem ser atribuídas ao espaçamento das plantas hospedeiras, à arquitetura do sistema radicular e à fisiologia da planta, os quais afetam os padrões de distribuição espacial desses nematoides (ROSSI; DELAVILLE; QUÉNÉHERVÉ, 1996).

Com relação às épocas de amostragem, observa-se que os alcances de *Rhabditida*, *Meloidogyne* e *Rotylenchulus* aumentaram (Fig. 3-5). Esse comportamento sugere que os nematoides citados estavam mais homogêneos após a incorporação da torta de nim, indicando que o resíduo tornou mais uniforme a disponibilidade de recursos alimentícios e favoreceu regiões com melhores condições de sobrevivência desses nematoides ao longo da A1; comportamento também observado por Oliveira (2014) para diferentes taxa de nematoides em Neossolo Regolítico cultivado com pimenteiros no Semiárido Pernambucano. Porém, esse fato não ocorreu para *Pratylenchus* (Fig. 3-5), sugerindo efeito supressor da torta de nim sobre esse gênero de nematoide, assim como observaram Chaves et al. (2009).

Por proporcionar maior crescimento e saúde vegetal (KHALIL, 2013; BONILLA et al., 2012; FERRIS; SÁNCHEZ-MORENO; BRENNAN, 2012), a ação nematicida da torta de nim sobre nematoides parasitos de planta, principalmente *Meloidogyne* e *Rotylenchulus*, pode não ter sido expressiva, favorecendo uma maior dispersão e sobrevivência desses nematoides. Almeida et al. (2012) observaram maior crescimento de plantas (raíz e parte aérea) de goiabeira após tratamento com torta de nim, porém também observaram maior população final de *M. enterolobii*, corroborando dados do presente trabalho.

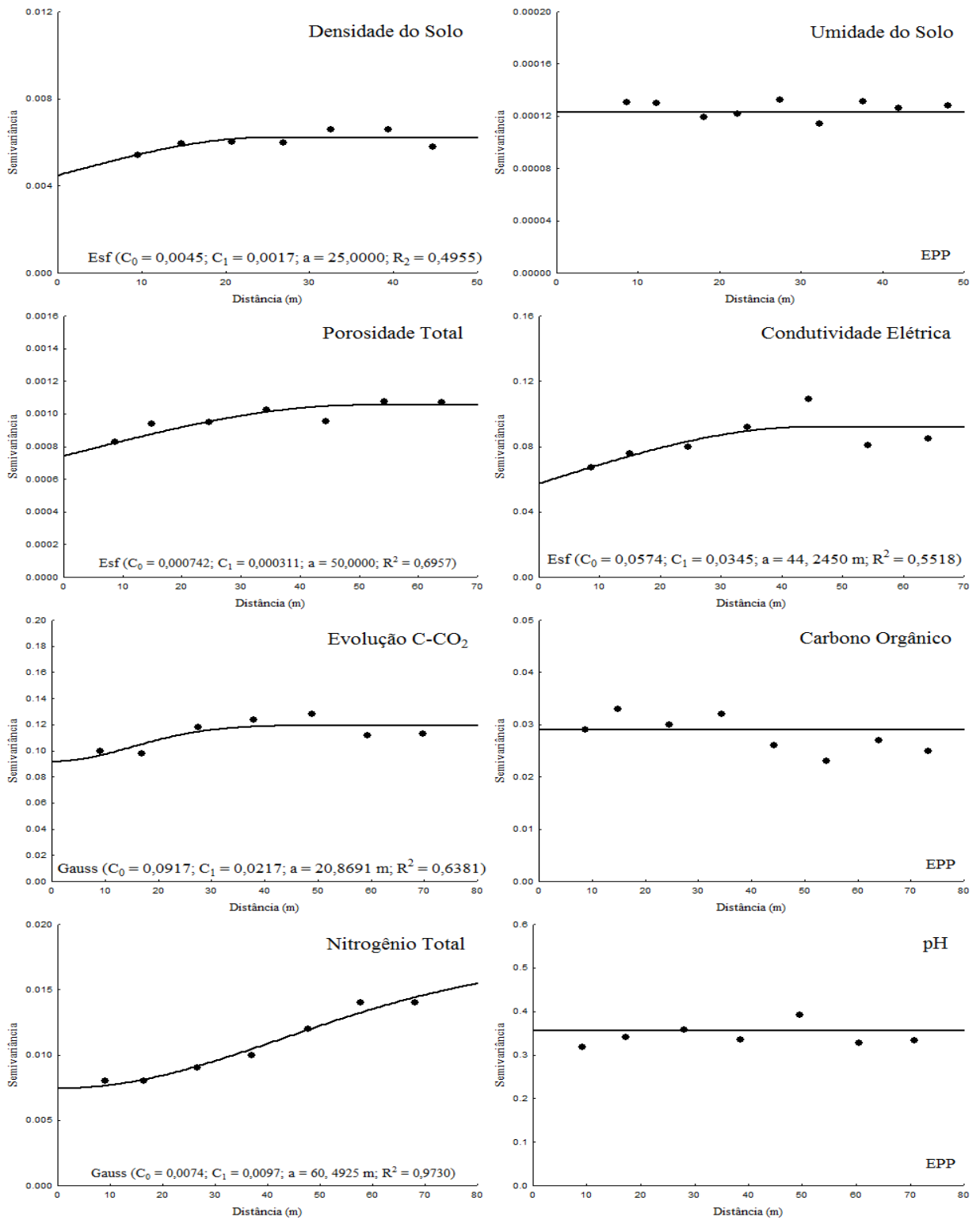


Figura 9. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 1, antes da aplicação da torta de nim (A1₀). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)

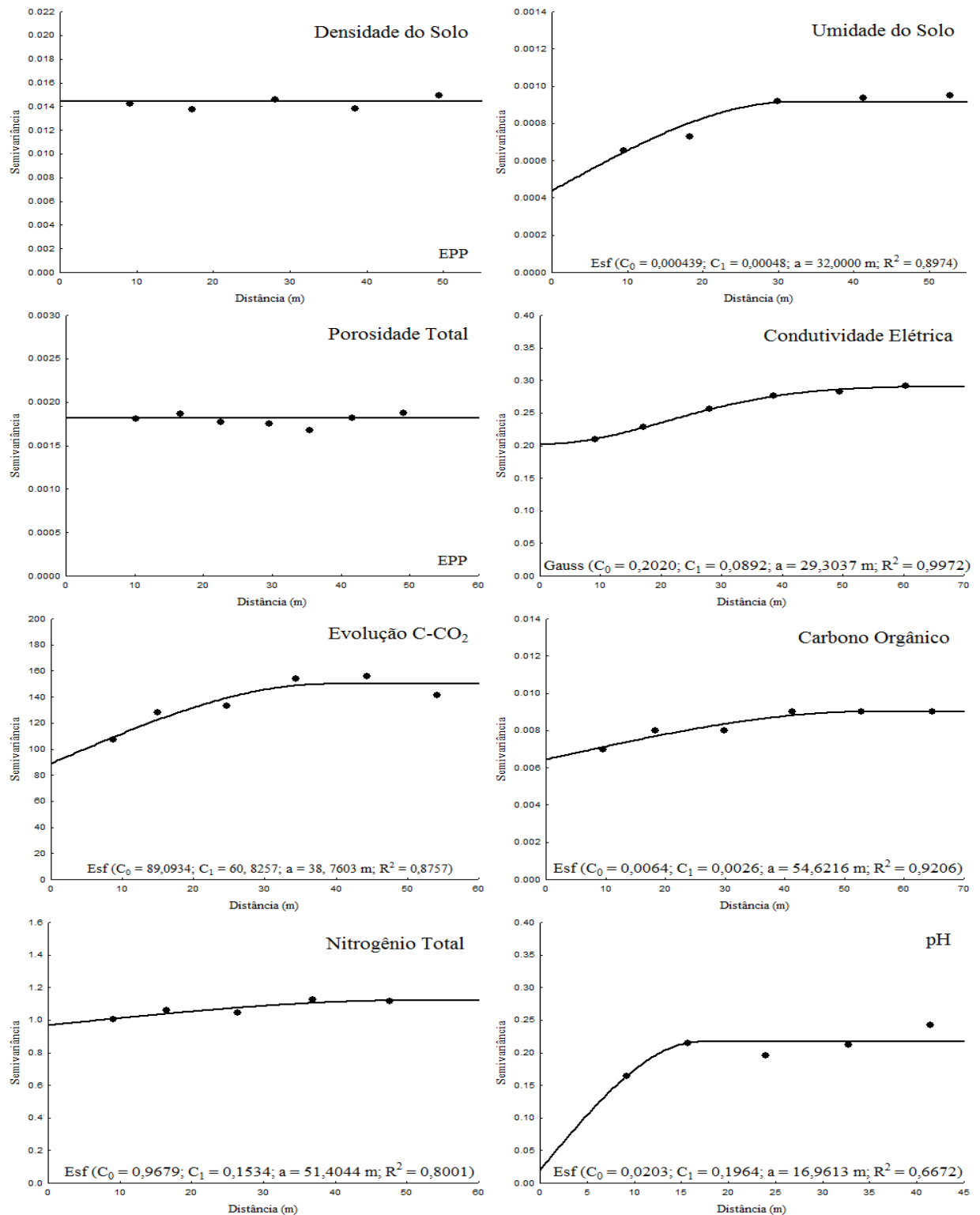


Figura 10. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 1, três meses após a aplicação da torta de nim (A1₃). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)

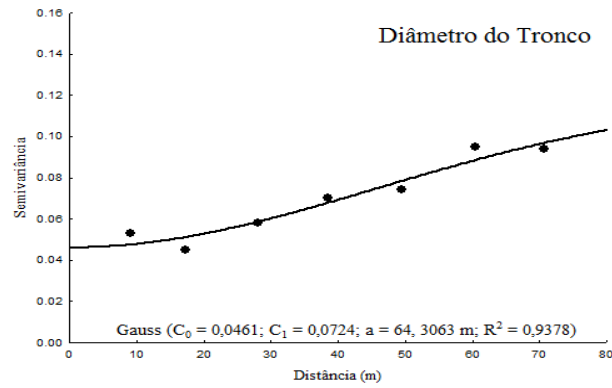


Figura 10. Continuação.

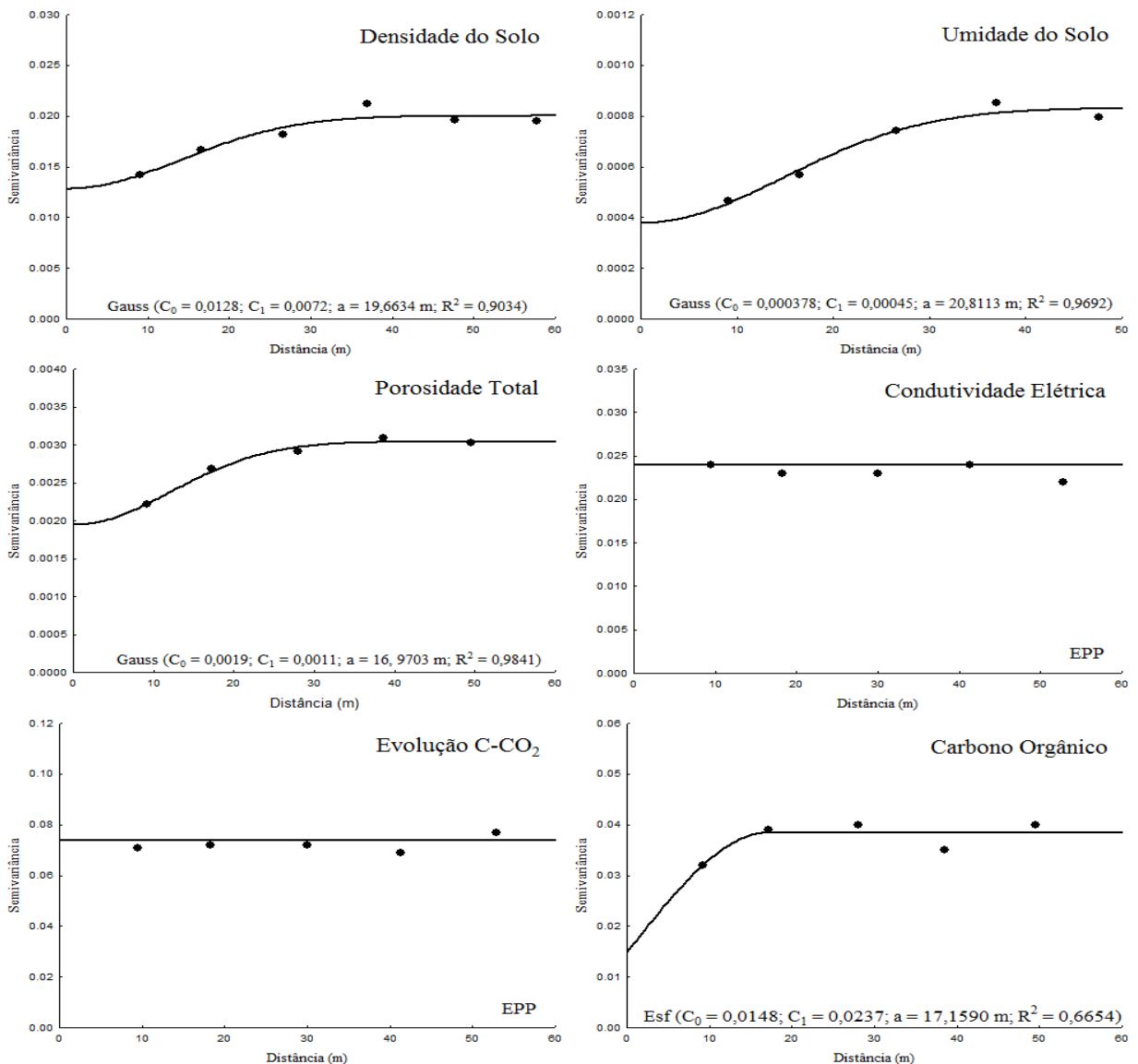


Figura 11. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 1, seis meses após a aplicação da torta de nim (A1₆). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)

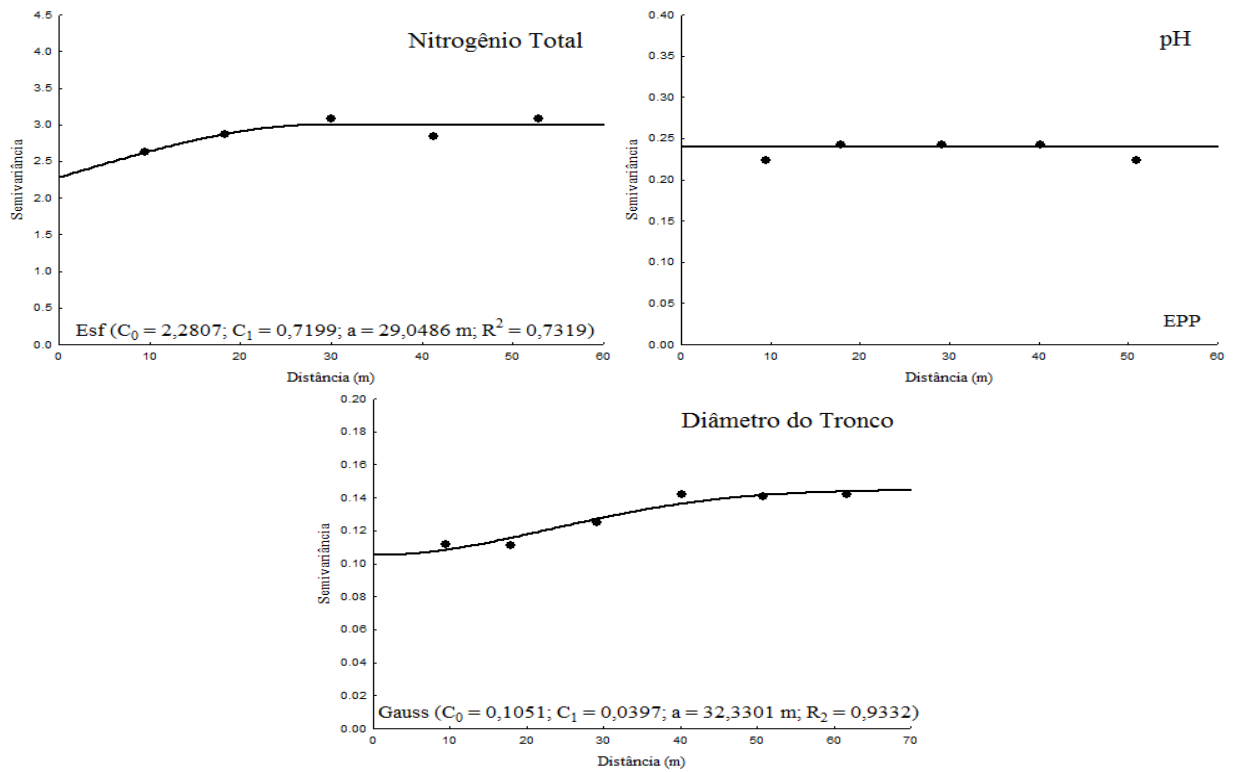


Figura 11. Continuação.

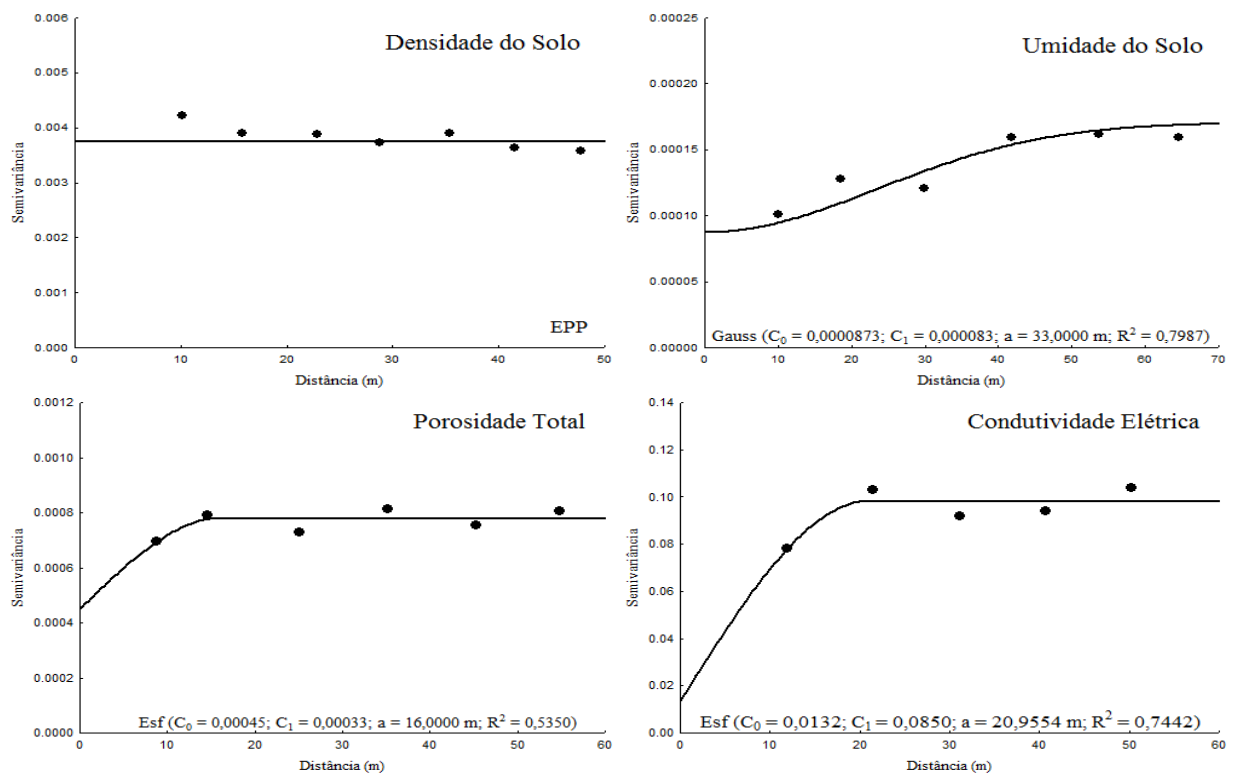


Figura 12. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a primeira época de amostragem (A2₀). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)

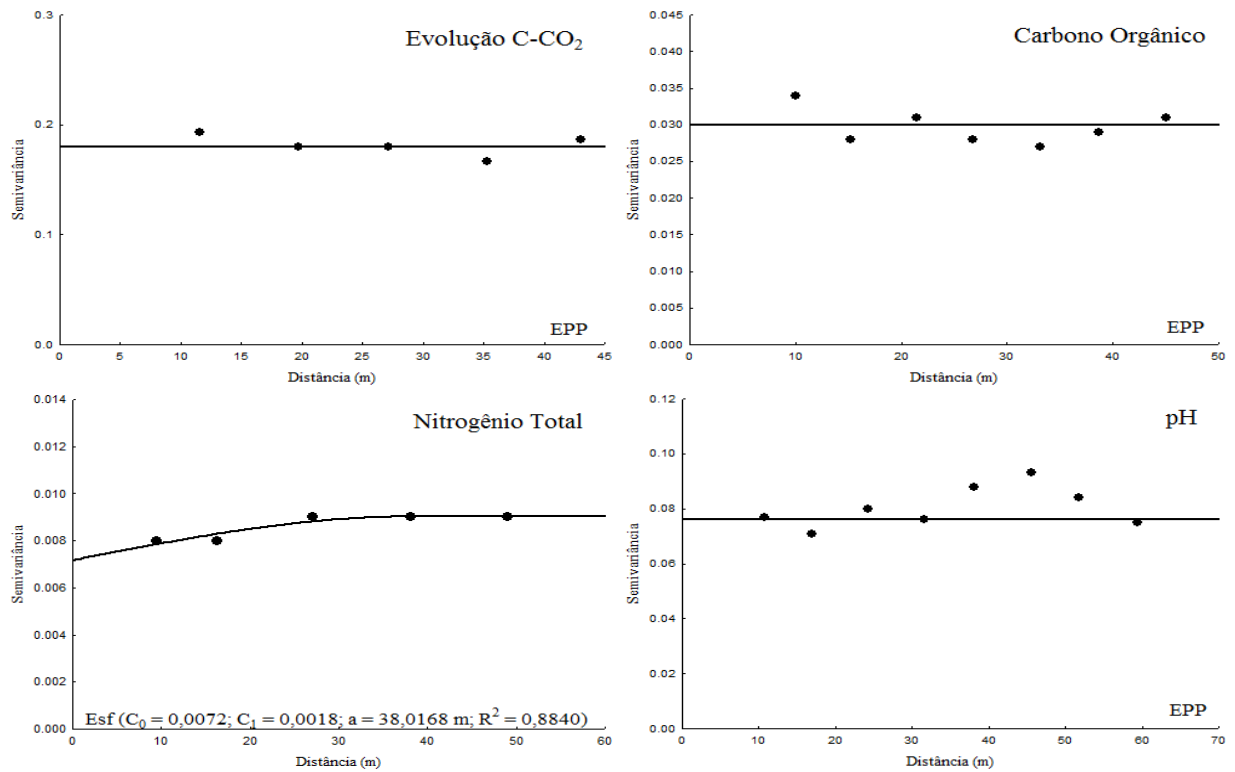


Figura 12. Continuação.

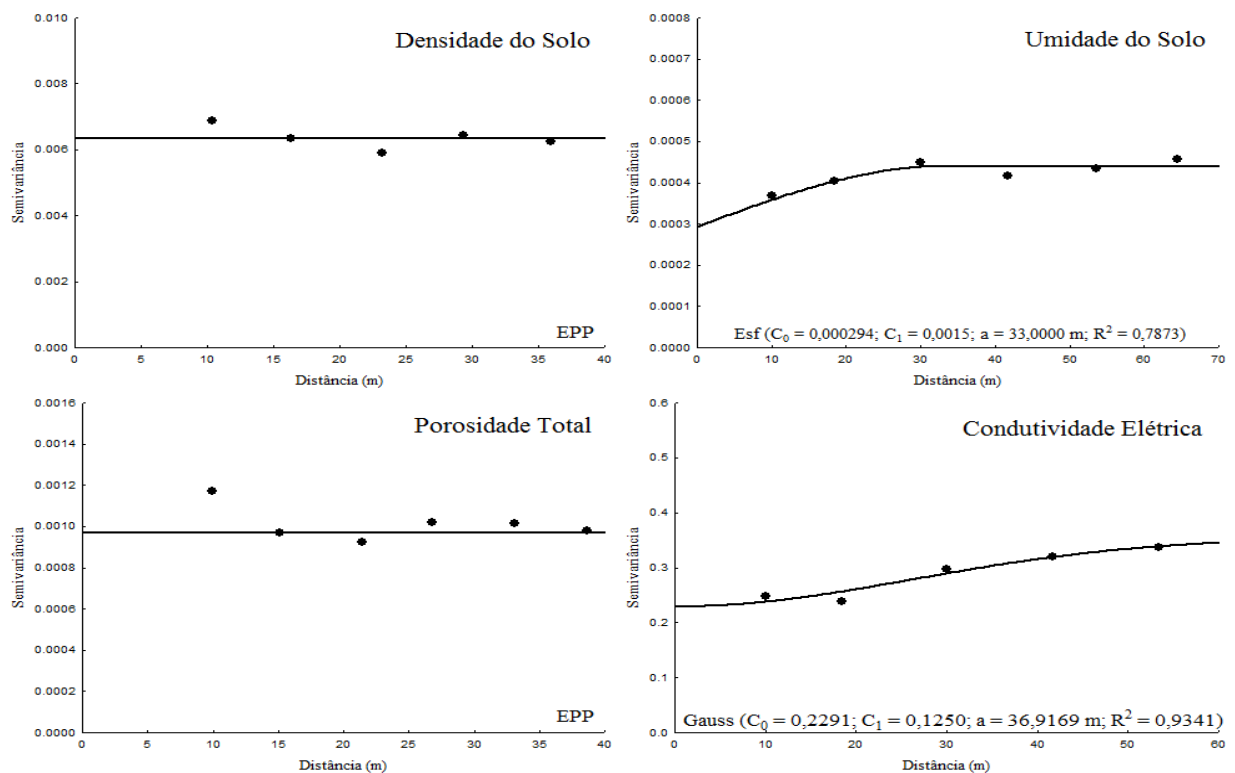


Figura 13. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a segunda época de amostragem (A2₃). (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)

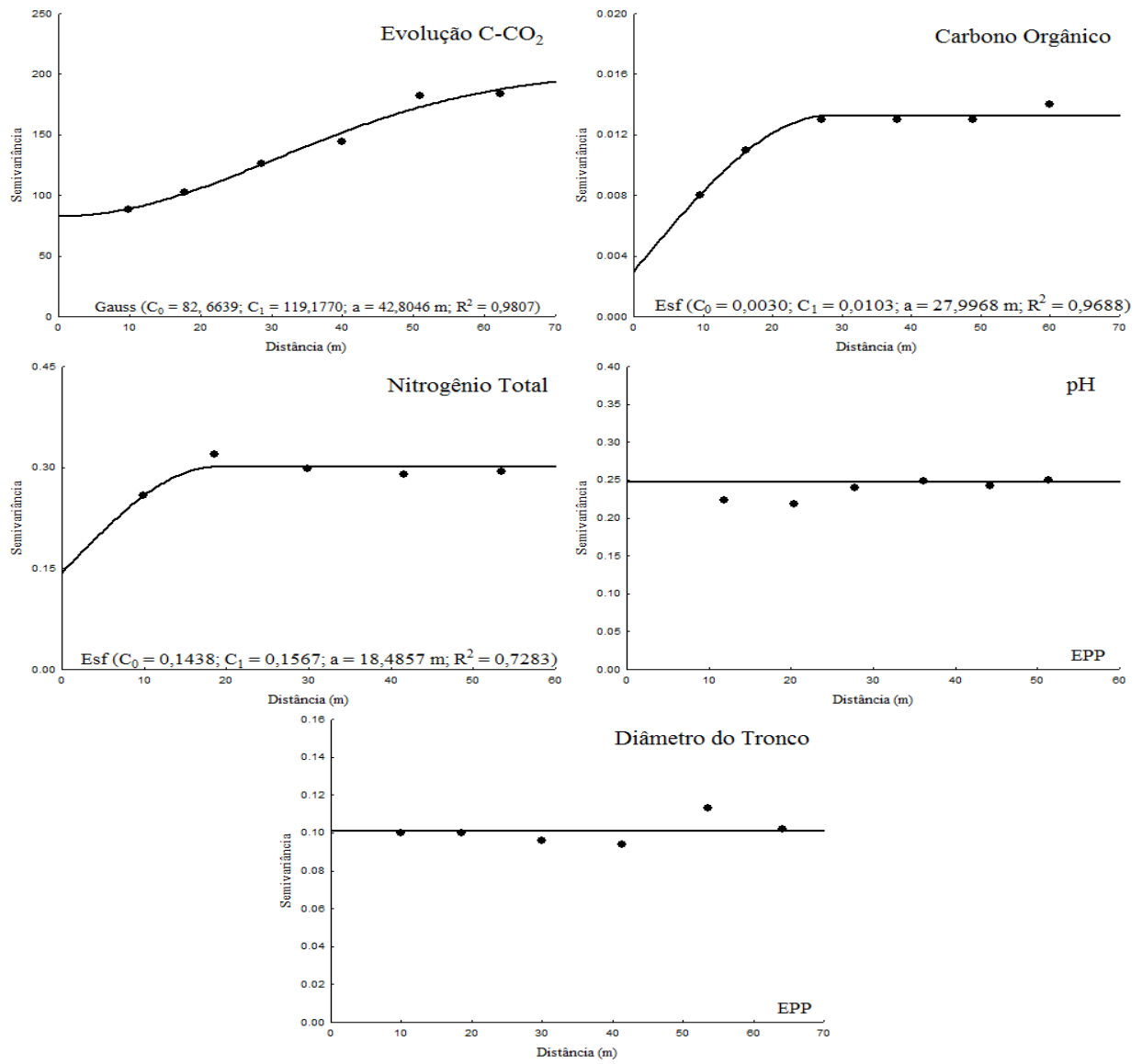


Figura 13. Continuação.

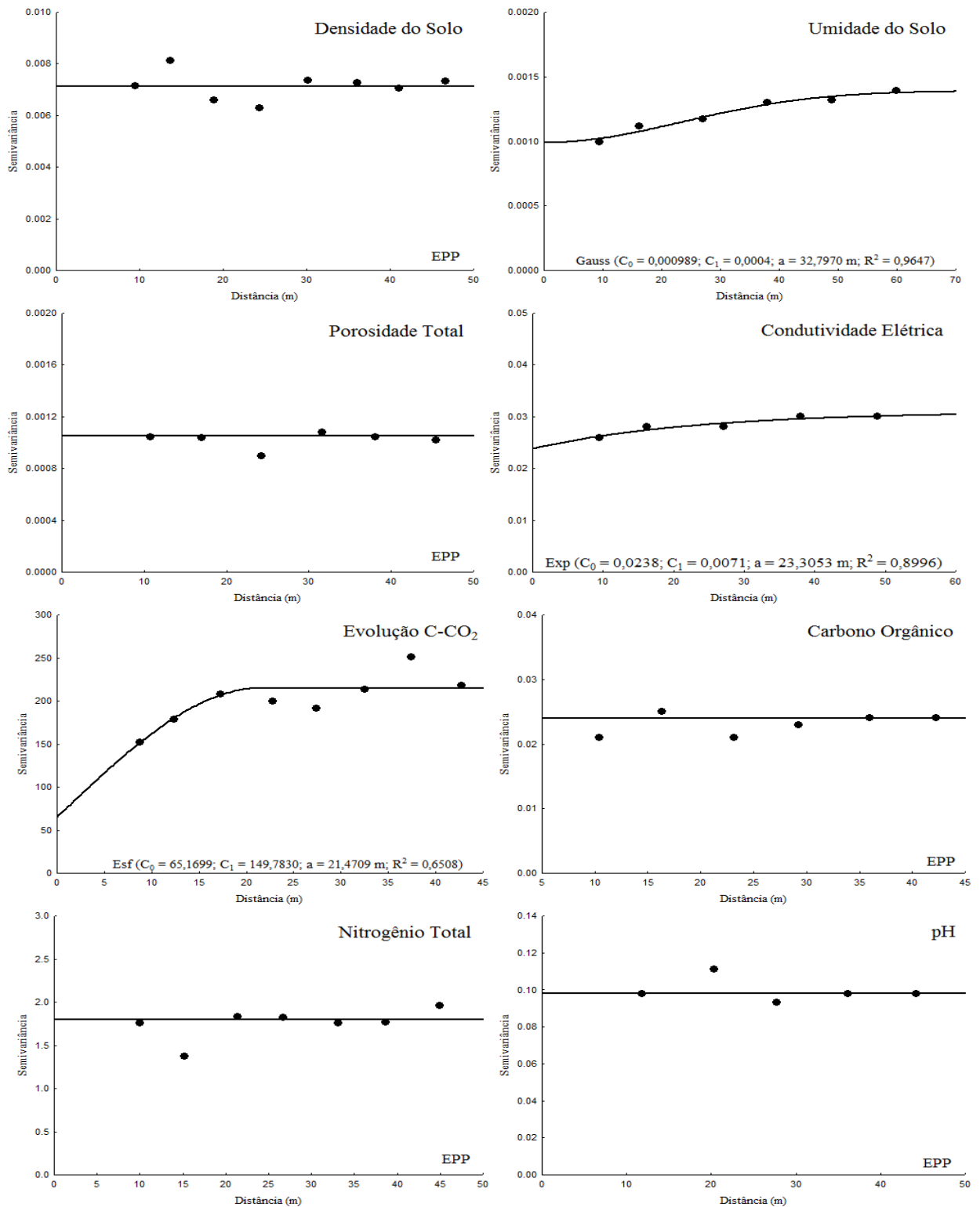


Figura 14. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para atributos edáficos na Área 2 (sem aplicação da torta de nim), durante a terceira época de amostragem (A2₆). (Exp – Modelo Exponencial; Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; EPP – Efeito pepita puro; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Soleira; a – Alcance; R² – Coeficiente de determinação)

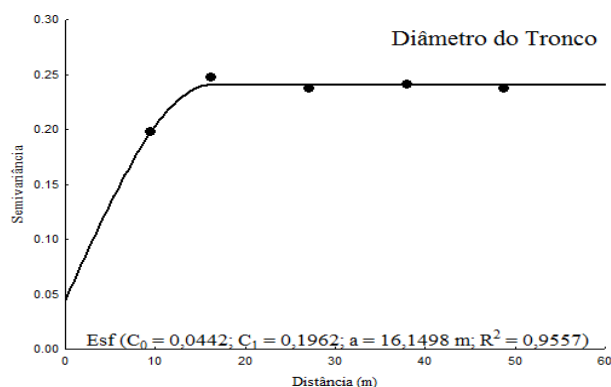


Figura 14. Continuação.

Com relação aos atributos físico-químicos, todos apresentam menores valores de alcance ao final do experimento nas duas áreas experimentais, exceto evolução C-CO₂ na A1, a qual apresentou aumento de 20,8691 m para 38,7603 m na A1₀ e A1₃, respectivamente (Fig. 9 e 10). Souza, Montenegro e Freire (2008) observaram menores valores de alcance para condutividade elétrica em Neossolo Flúvico cultivado com cenoura no Semiárido Pernambucano; Konopatzki et al. (2012) observaram alcance muito maior que o do presente estudo para pH em pomares de pêras espaçadas 8x10 m; Terra (2012), estudando a variabilidade espacial em pomares de pessegueiro no estado do Rio Grande do Sul, observaram valores de alcance maiores para densidade e similares para umidade e porosidade total do solo; Mendes et al. (2007) observaram valores similares para carbono orgânico, condutividade elétrica e pH em Cambissolo cultivado com mamoeiros no Semiárido do Rio Grande do Norte.

Comparando-se os alcances entre as áreas experimentais, pode-se observar que os valores dos alcances ao final do experimento foram sempre menores na A1 (Fig. 9-11). Esse comportamento pode ter sido devido à melhor estruturação do solo após a aplicação da torta de nim, como também foi observado por Oliveira (2014).

Com relação ao diâmetro do tronco da goiabeira, o alcance diminuiu de 64,3063 m na A1₃ para 32,3301 m na A1₆ (Fig. 10 e 11); na A2, o diâmetro do tronco apresentou dependência espacial apenas na última época de amostragem, com alcance igual a 16,1498 m (Fig. 14), sendo superiores ou inferiores aos dados de Terra et al. (2011), os quais encontraram alcance igual a 48 m para pessegueiros. A maior homogeneidade observada para o diâmetro do tronco na A1 pode ser devido a maior uniforme nos teores de nutrientes disponíveis às plantas após a incorporação da torta de nim; resultado também observado por Oliveira (2014) para a variável altura da planta. Perry et al. (2010) concluíram que o manejo deve ser feito a nível de árvore se o valor do alcance for baixo em pomares.

As frações granulométricas apresentaram maior homogeneidade ao longo da A1, quando comparadas com a A2, pois os valores de alcance foram sempre maiores na primeira área experimental; exceto para AF na A2, a qual apresentou-se alcance igual a 60,7486 m (Fig. 16), enquanto que na A1 o alcance foi igual a 41,2379 m (Fig. 15). Tal diferenças pode ser devido à maior significância dos processos de deposição de partículas finas na A2.

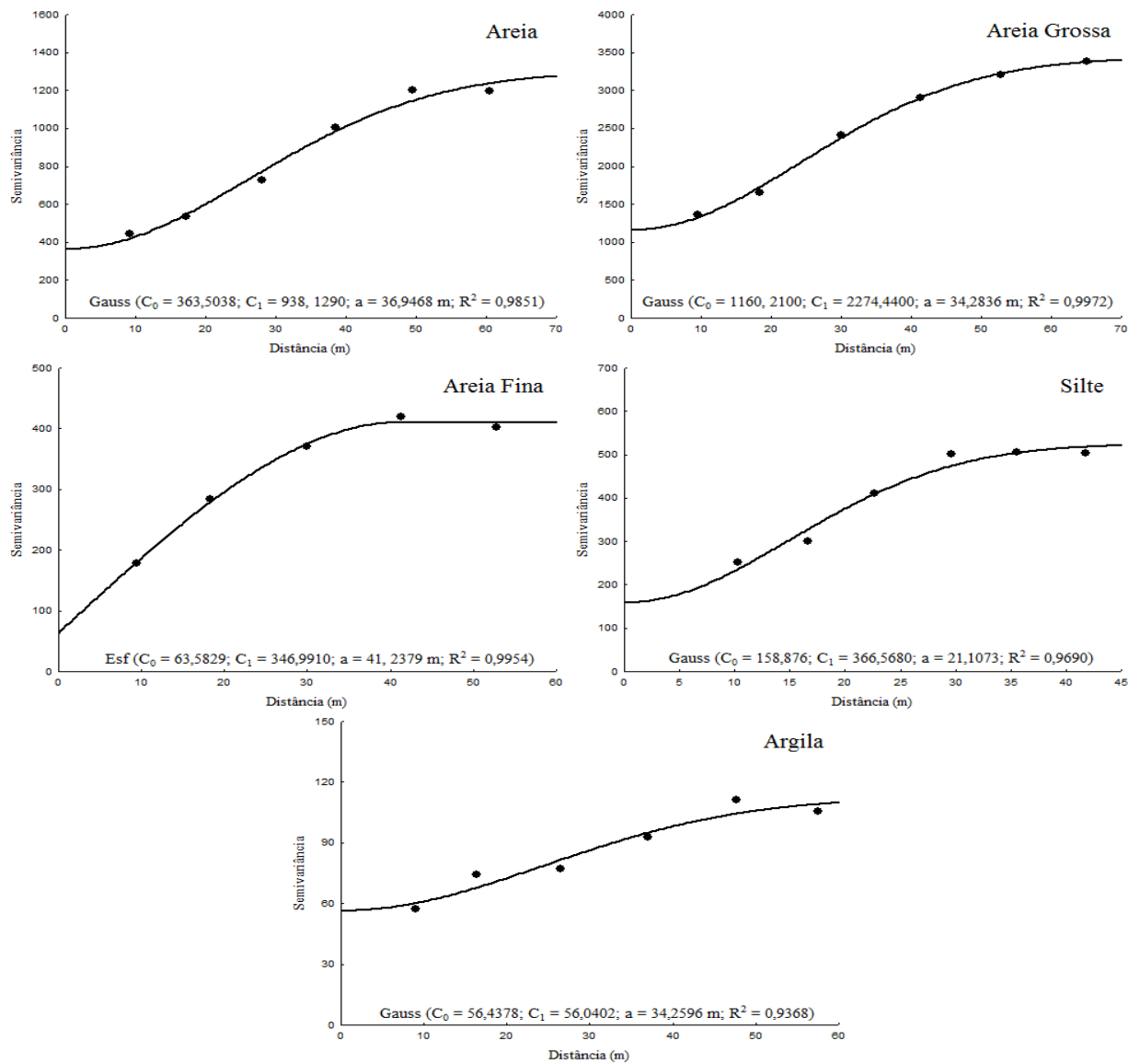


Figura 15. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para as frações granulométricas na Área 1 (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; C_0 – Efeito pepita; C_1 – Soleira; a – Alcance; R^2 – Coeficiente de determinação)

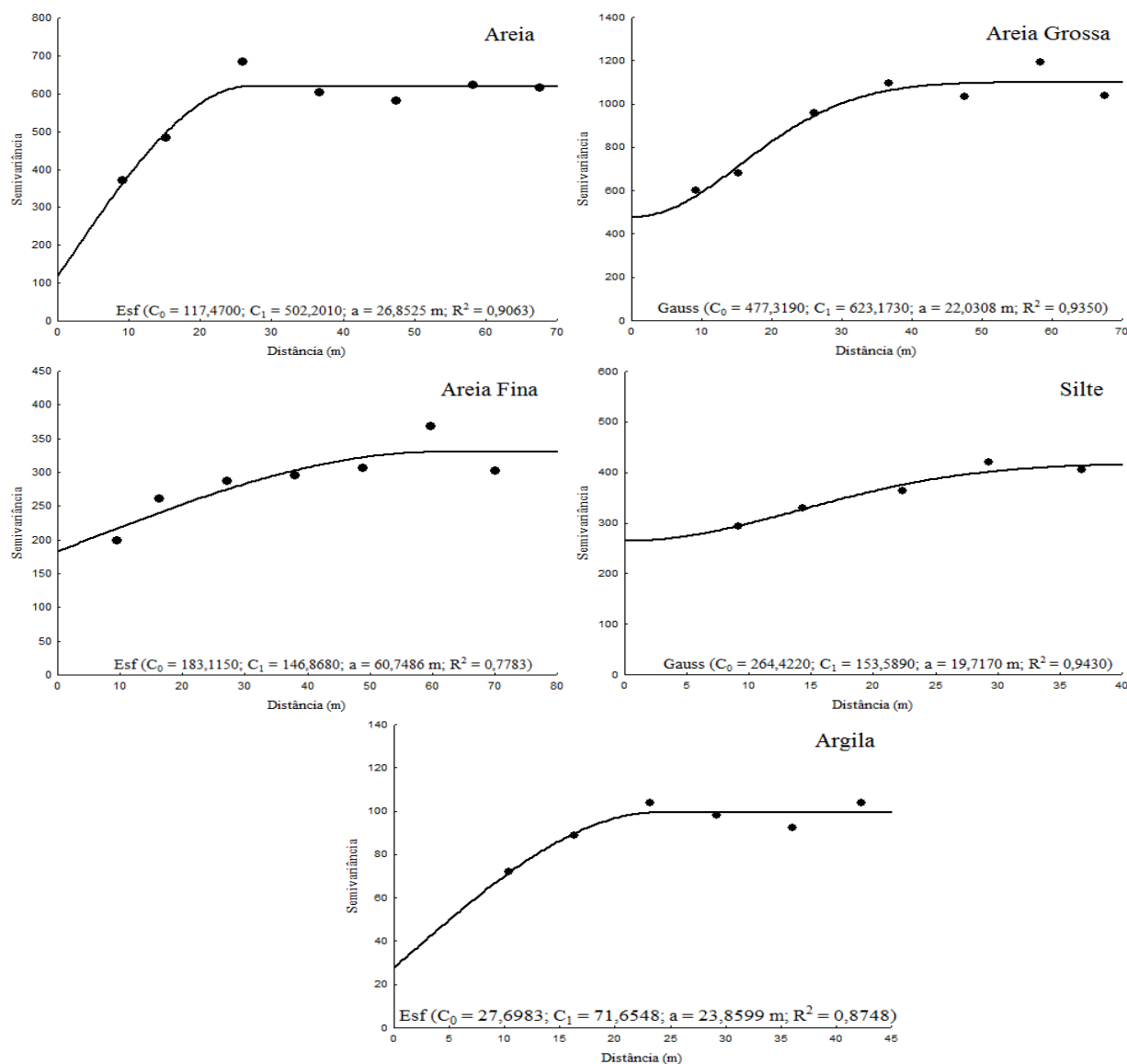


Figura 16. Semivariogramas teóricos, e respectivos parâmetros, para as frações granulométricas na Área 2 (Esf – Modelo Esférico; Gauss – Modelo Gaussiano; C_0 – Efeito pepita; C_1 – Soleira; a – Alcance; R^2 – Coeficiente de determinação)

Bottega et al. (2013), trabalhando em Latossolo no estado do Mato Grosso do Sul, encontraram alcances superiores a 450 m para areia grossa, areia fina, silte e argila; Silva e Lima (2013) encontraram alcance inferior para areia fina e superiores para areia grossa e argila em Latossolo cultivado com café no estado de Minas Gerais; Terra (2012) observaram valores superiores para areia e silte e inferiores para argila em áreas cultivada com pessegueiros, utilizando espaçamentos diferentes; Iqbal et al. (2005) observaram alcances muito maiores ($a > 100$ m) para areia e argila em solos aluviais cultivados com algodão nos Estados Unidos, com malha de amostragem composta por transectos paralelos. As diferenças observadas entre os trabalhos citados e entre o presente estudo, pode ser devido às

características do material de origem das diferentes classes de solo, do espaçamento entre pontos e da distribuição do sistema radicular das culturas.

Mapeamento das áreas experimentais

Os mapas de isolinhas para Rhabditida (Fig. 17A e 17B) indicam que há mais regiões com maior densidade populacional após a aplicação da torta de nim, representadas pelas áreas mais escuras. No início do experimento, Rhabditida concentrava-se nas regiões nordeste e sudoeste da área; contudo, ao final do experimento, os Rhabditídeos estavam mais dispersos ao longo da A1, com concentração nas regiões noroeste e central. Esse comportamento reflete a influência da adição de matéria orgânica no aumento da população de bacteriófagos, conforme observado também por outros autores (OLIVEIRA, 2014; JIANG et al., 2013; FERRIS; SÁNCHEZ-MORENO; BRENNAN, 2012; BRIAR et al., 2011; GRUVER et al., 2010).

Observa-se uma movimentação de *Meloidogyne* para as regiões noroeste e sudeste da A1 aos seis meses após a aplicação da torta de nim, quando comparado aos três meses, assim como uma maior região sem a detecção de tal gênero (Fig. 17D e 17E), indicando que a torta de nim apresentou um efeito supressivo ou proporcionou maior resistência às raízes ao ataque de fitoparasitos. Comportamento observado, também, para *Rotylenchulus* (Fig. 17G e 17H) e Criconematidae (Fig. 17J e 17K). Oka et al. (2007) relataram que diferentes doses (0,05 e 0,17 g kg⁻¹) de formulação de nim com 10% de azadiractina apresentaram efeito supressivo sobre juvenis de *M. javanica* em solos arenosos alcalinos. Outros estudos também confirmam a ação supressiva de materiais orgânicos incorporados ao solo sobre comunidades de fitoparasitos (KHALIL, 2013; OKA, 2010; AKHTAR; MALIK, 2000).

Comparando-se os mapas de nematoides bacteriófagos (Fig. 17P e 17Q), observa-se, após a primeira aplicação da torta de nim, grande homogeneidade da população de bacteriófagos ao longo da A1, enquanto que os mesmos encontravam-se mais dispersos espacialmente após a segunda aplicação. A diferença no padrão de distribuição espacial desse grupo trófico pode ser explicada pelo aumento na densidade populacional e na dispersão de comunidades bacterianas devido à incorporação da torta de nim.

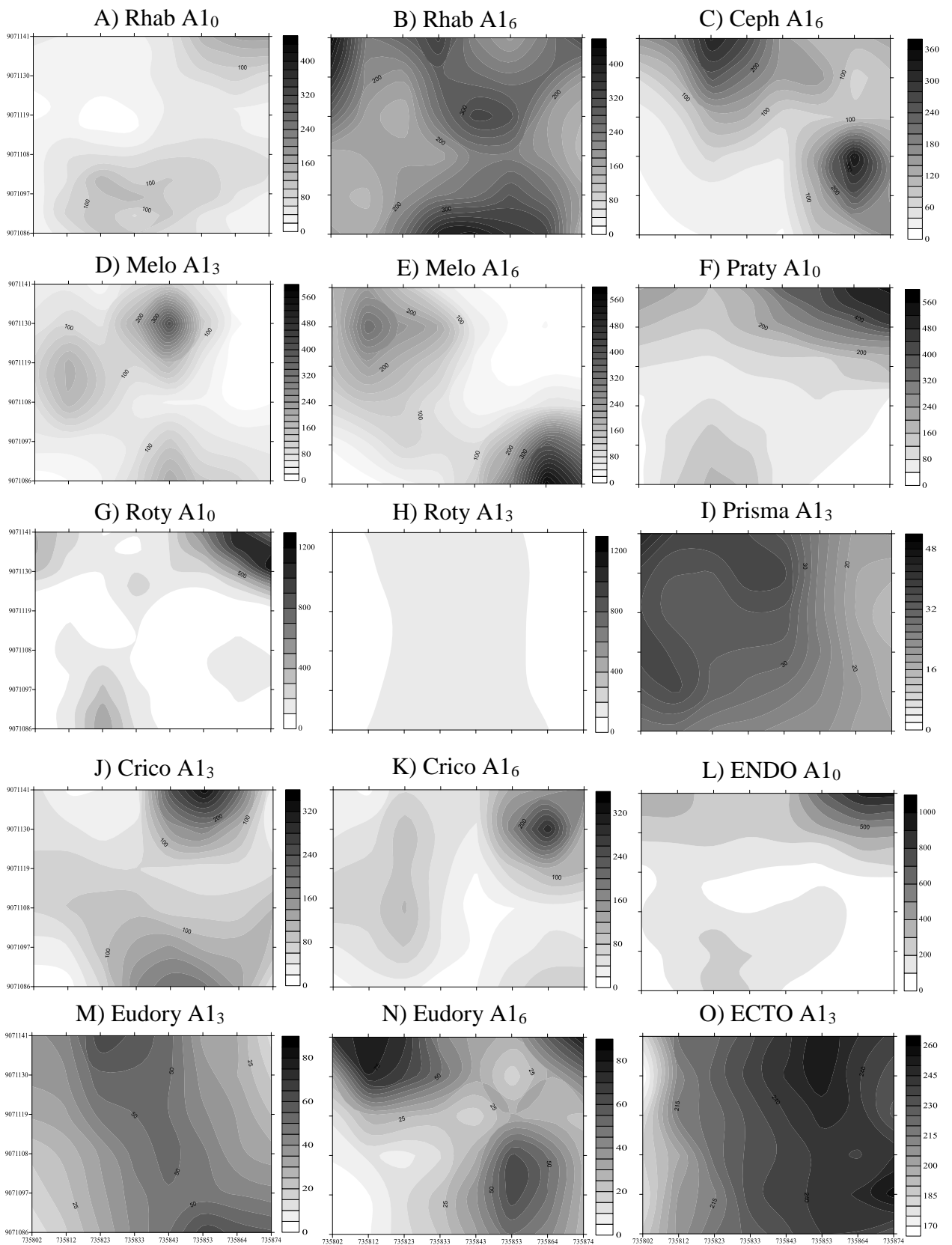
Os grupos tróficos, em grande maioria, apresentaram dependência espacial somente durante a segunda época de amostragem, sendo gerados os mapas de ectoparasitos, bacteriófagos, parasitos de planta, micófagos, onívoros e predadores (Fig. 17O, 17P, 17R, 17S, 17T e 17V, respectivamente). Observa-se grande concentração desses grupos na região

central da A1, exceto para ecotparasitos e predadores, os quais apresentaram maiores densidades populacionais nas regiões leste e sul, respectivamente.

Padrões de distribuição espacial diferentes foram observados por Liang et al. (2005) para vários *taxa* de nematoides bacteriófagos na Estação Ecológica Experimental Shenyang, China, sugerindo que a agregação é específica para cada gênero de nematoide e segue processos intrínsecos às populações (dispersão e reprodução). A diferença observada nos mapas dos grupos tróficos citados anteriormente pode ser explicada pelos diferentes padrões de distribuição dos gêneros pertencentes aos respectivos grupos tróficos (Fig. 17D, 17H, 17I, 17J, 17M).

Avaliando a distribuição espacial do total de nematoides durante todo o experimento, pode-se perceber maior heterogeneidade aos seis meses após a aplicação da torta de nim (Fig. 17W, 17X e 17Y). Comportamento semelhante foi observado por Oliviera (2014), trabalhando em Neossolo Regolítico cultivado com pimentão no Semiárido Pernambucano.

Os mapas de Rhabditida e Cephalobidae da A2 indicam que as densidades populacionais dos mesmos aumentaram da segunda pra terceira época de amostragem (Fig. 18A, 18B, 18C e 18D). Além disso, observa-se maior dispersão dos Rhabditídeos comparados aos Cephalobídeos, os quais não foram detectados em grande parte da A2 (região oeste). De acordo com Bongers (1990), Rhabditida pertence ao grupo cp1, na escala de classificação de colonizadores-persistentes (cp), enquanto que Cephalobidae pertence ao grupo cp2. Nematoides bacteriófagos do grupo cp1 são classificados como oportunistas de enriquecimento e possuem alta taxa de reprodução, sendo resistentes a distúrbios; enquanto bacteriófagos do grupo cp2 são menos abundantes que os cp1 e classificados como oportunistas gerais. Em termos de sucessão ecológica, os bacteriófagos do grupo cp1 aumentam drasticamente sua densidade populacional em meio rico de nutrientes; ao passo que, quando recursos alimentícios diminuem, oportunistas gerais do grupo cp2 ganham expressividade, substituindo os cp1 menos eficientes (BRIAR et al., 2012; NEHER, 2010; FERRIS; MATUTE, 2003; FERRIS; BONGERS; de GOEDE, 2001; BONGERS, 1990).



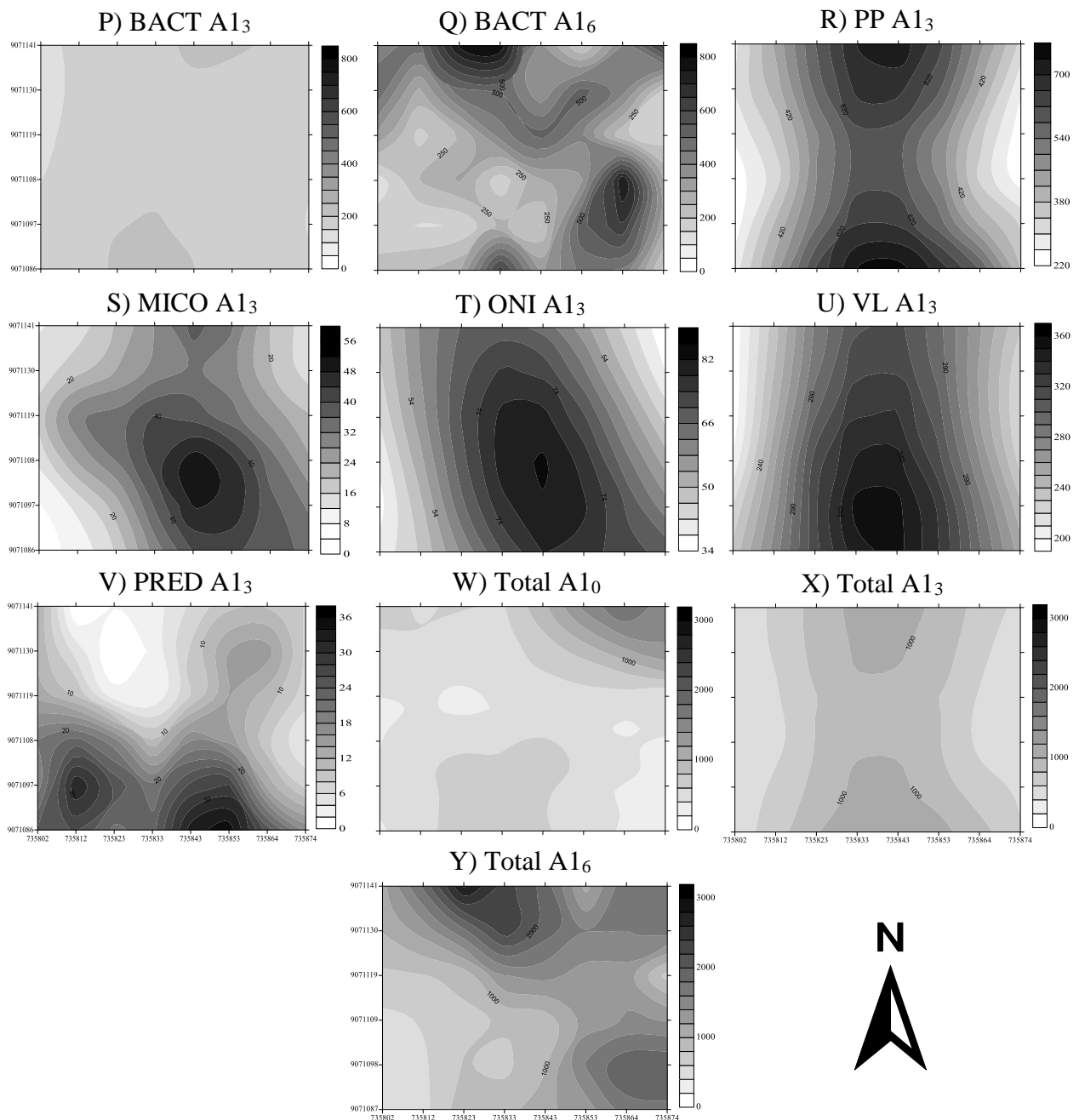
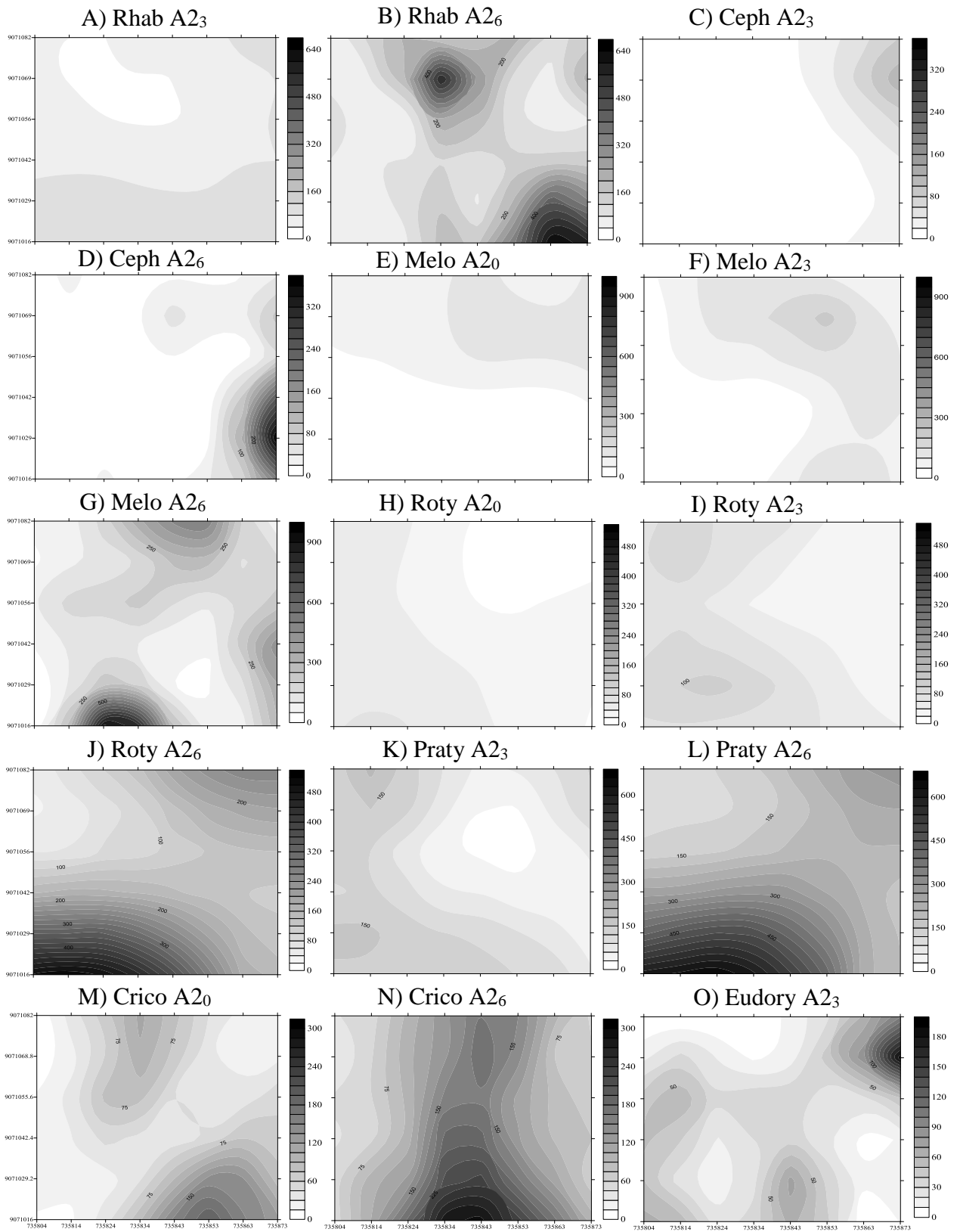


Figura 17. Mapas de isolinhas para os diferentes grupos taxonômicos de nematoides na Área 1 (A1) durante as três épocas de amostragem: antes (A1₀), três meses após (A1₃) e seis meses após (A1₆) a aplicação da torta de nim. (Rhab – Rhabditida; Ceph – Cephalobidae; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Crico – Criconematidae; Prisma – *Prismatolaimus*; Eudory – *Eudorylaimus*; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófagos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Vida Livre)



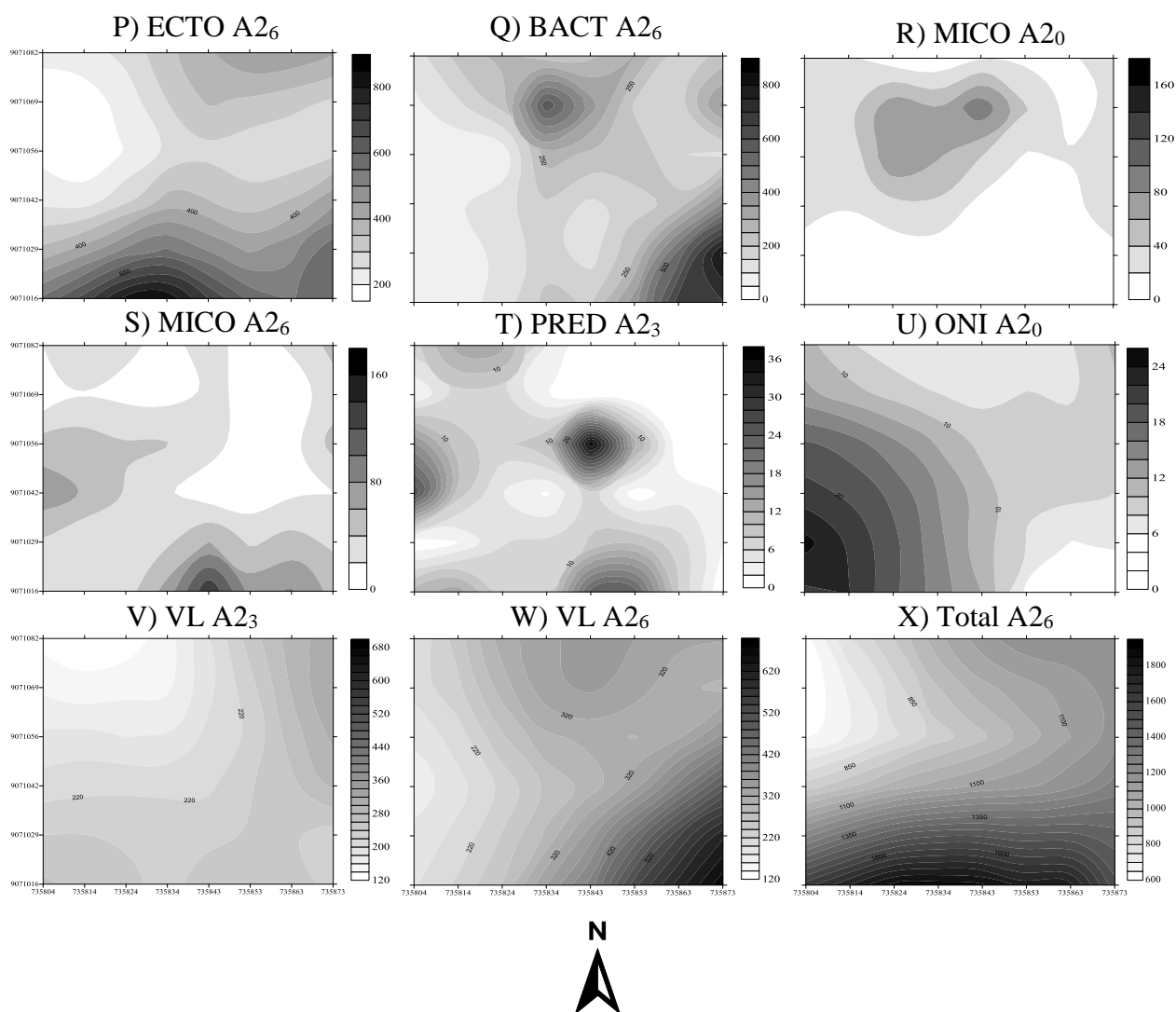


Figura 18. Mapas de isolinhas para os diferentes grupos taxonômicos de nematoides na Área 2 (A2, sem aplicação da torta de nim) durante as três épocas de amostragem: antes (A2₀), três meses após (A2₃) e seis meses após (A2₆) a aplicação da torta de nim na área A1. (Rhab – Rhabditida; Ceph – Cephalobidae; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Crico – Criconematidae; Eudory – *Eudorylaimus*; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófagos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Vida Livre)

Observa-se através dos mapas de isolinhas dos fitoparasitos (*Meloidogyne*, *Rotylenchulus*, *Pratylenchus* e Criconematidae) um aumento considerável na densidade populacional e na área de atuação dos mesmos (Fig 18E-18N). Ao contrário do observado na A1 (Fig. 14), os fitoparasitos apresentaram-se mais fortemente distribuídos por toda A2. A maior expressividade observada para os parasitos de planta deve-se a menores proporções de inimigos naturais e resistência das raízes das goiabeiras ao ataque dos mesmos. Vale salientar que as maiores manchas observados nos mapas dos fitoparasitos (Fig. 18E-18N) encontraram-se na área sul da A2, a qual está mais próxima da A1, onde foi aplicada a torta de nim, sugerindo que os nematoides da A1 estão de movimentando para a A2, pois as raízes

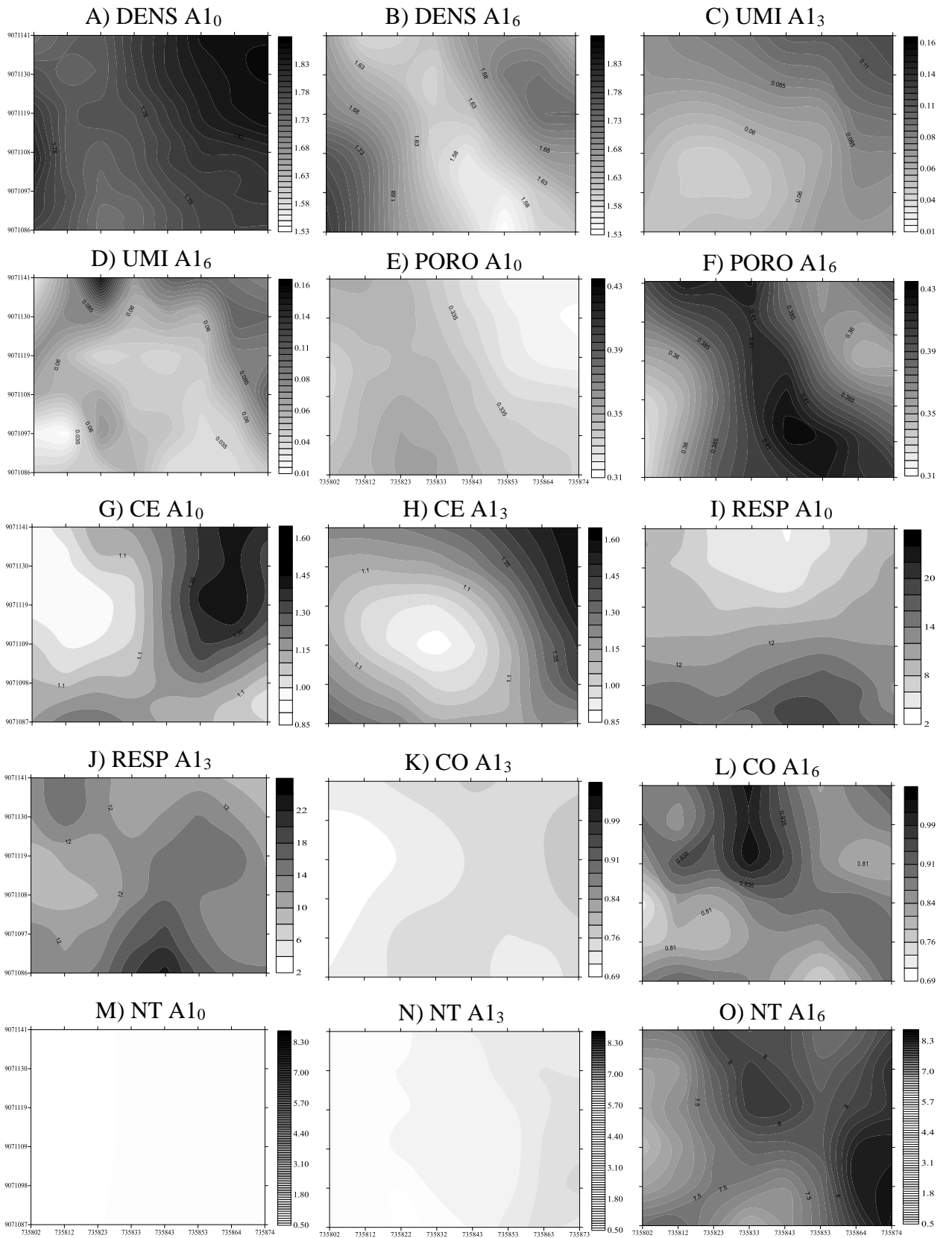
estão liberando mais substâncias atrativas (PINKERTON et al., 1987) e não há interferência da torta de nim na segunda área experimental.

Os mapas de nematoides micófagos (Fig. 18R e 18S) indicam movimentação da região norte, no início do experimento, para a região sul, durante a terceira época de amostragem. Contrariamente aos nematoides parasitos de planta, os micófagos podem estar se movimentando para A1 devido à maior disponibilidade de recursos devido à aplicação da torta de nim.

Comparando-se os mapas dos grupos taxonômicos de nematoides com os respectivos grupos tróficos (Fig 18B, 18D e 18Q; 18J, 18N e 18P; 18A, 18O e 18V), observa-se semelhança nos padrões de distribuição espacial. Comportamento também observado por outros autores (OLIVEIRA, 2014; HUA; JIANG; LIANG, 2008; LIANG et al., 2005). O mapa do número total de nematoides (Fig. 18X) sugere que os nematoides parasitos de planta (Fig. 18G, 18J, 18L e 18N) foram mais abundantes ao final do experimento; comportamento similar ao encontrado por Viketoft (2013).

Através dos mapas de isolinhas, pode-se observar diminuição dos valores da densidade do solo após a incorporação da torta de nim (Fig. 19A e 19B), pois há manchas mais claras no segundo mapa. Os valores máximos e mínimos encontrados para a densidade do solo foram, respectivamente, $1,9679 \text{ g cm}^{-3}$ e $1,6043 \text{ g cm}^{-3}$ para A1₀ e $1,9383 \text{ g cm}^{-3}$ e $1,399 \text{ g cm}^{-3}$ para a A1₆ (Tabelas 4 e 6). Bouajila e Sanaa (2011) observaram melhor estabilidade estrutural de solo franco-argiloso com aplicação de esterco e resíduos domésticos. Resultado que corrobora o comportamento observado para o referido atributo, uma vez que diminuição na densidade do solo é indicativo de melhoria na estrutura do mesmo.

Sabe-se que a adição de matéria orgânica melhora a estrutura do solo (KHALIL, 2013; GOSS; TUBEILEH; GOORAHOO, 2013; AKHTAR; MALIK, 2000) e alguns trabalhos com adição de matéria orgânica comprovam essa assertiva (BOUJILA; SANAA, 2011; KRISHNAKUMAR et al., 2005).



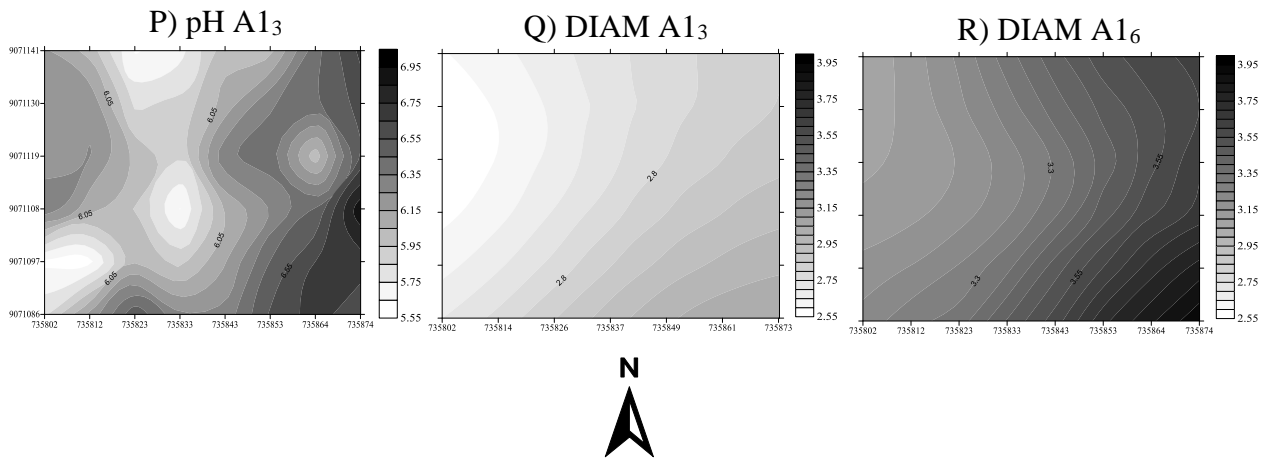


Figura 19. Mapas de isolinhas para as variáveis edáficas e de crescimento da goiabeira na Área 1 (A1) durante as três épocas de amostragem: antes (A1₀), três meses após (A1₃) e seis meses após (A1₆) a aplicação da torta de nim. (DENS – Densidade do solo (g g^{-1}); UMI – Umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); PORO – Porosidade total ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m^{-1}); RESP – Evolução C-CO₂ (mg CO_2); CO – Carbono orgânico (dag kg^{-1}); NT – Nitrogênio total (g kg^{-1}); pH – Potencial hidrogeniônico; DIAM – Diâmetro do tronco (cm))

Murugan e Kumar (2013), utilizando torta da extração de óleo de amendoim, observaram diminuição da densidade de Argissolo cultivado com arroz em região semiárida da Índia. Suja et al. (2012) observaram diminuição de 2,3% na densidade de Argissolo ácido sob cultivo de inhame, com adição de restos culturais de feijão caupi; no presente trabalho observou-se diminuição de 7,4% na densidade do solo após duas aplicações da torta de nim. Krishnakumar et al. (2005) avaliaram a qualidade edáfica de Vertissolo cultivado com arroz sob diferentes tratamentos com adição de condicionantes orgânicos e inorgânicos e encontraram menor densidade do solo no tratamento com esterco e torta de nim.

Através dos mapas da umidade do solo (Fig. 19C e 19D), pode-se observar diminuição no valor desse atributo nas regiões sul e central da área experimental, comportamento contrário ao observado em alguns estudos, os quais encontraram maior retenção de água (DATT; DUBEY; CHAUDHARY, 2013; EMAMI; ASTARAEI, 2012; SUJA et al., 2012; KRISHNAMUKAR et al., 2005). Contudo, Bouajila e Sanaa (2011) encontraram melhor permeabilidade em solo franco-argiloso com aplicação de esterco e resíduos domésticos, indicando que a água seria permeada mais facilmente, corroborando dados do presente trabalho. Oliveira (2014) também observou menores valores de umidade em Neossolo Regolítico sob cultivo de pimentão com adição de torta de nim quando comparados a área sem aplicação do condicionante orgânico. A autora cita que a alta evapotranspiração e o maior crescimento de pimenteiros na área com tratamento orgânico

podem ter contribuído para menores valores de umidade do solo, corroborando dados do presente trabalho.

Nas Fig. 19E e 19F, observa-se que a porosidade total do solo aumentou ao longo do tempo, com valores médios variando de $0,4048 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ a $0,4893 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ (Tabelas 4 e 6). O aumento da atividade biológica e a melhora na estrutura do solo pode explicar o aumento da porosidade total seis meses após a aplicação da torta de nim. Vale salientar que o padrão de distribuição dos atributos porosidade e densidade do solo foram inversos (Fig. 19A e 19E; e 19B e 19F). Comportamento também observado por Oliveira (2014), a qual encontrou padrão de distribuição inversa entre os atributos citados.

A condutividade elétrica foi menor que 4 dS m^{-1} durante todo o experimento, após a retirada dos valores discrepantes, indicando que não houve prejuízo ao desenvolvimento da cultura (Tabelas 4-6). Conforme observa-se nos mapas de isolinhas (Fig. 19G e 19H), houve diminuição da condutividade elétrica após a primeira aplicação do nim, com os menores valores se concentrando na parte central da área. Resultado contrário ao obtido por Kiefer (2011), trabalhando com sálvia em ambiente protegido, o autor observou aumento da condutividade elétrica dos 28 aos 56 dias após o plantio nos tratamentos com as maiores doses de nim (3-5% v/v). Como o presente estudo foi realizado em condição de campo, fatores externos (regime de precipitação, por exemplo) podem ter contribuído para diminuição da condutividade elétrica ao longo das épocas de amostragem.

A evolução C-CO₂ apresentava maior concentração na região sul da A1, porém apresentou-se mais homoganeamente distribuída após a aplicação da torta de nim, apresentando valores médios em quase toda área experimental e maior concentração na região centro-sul (Fig. 19I e 19J). O comportamento da evolução C-CO₂ após a incorporação da torta de nim deve-se ao aumento da população de microrganismos beneficiados pela decomposição da matéria orgânica, principalmente bactérias e fungos (BULLUCK III; BARKER; RISTAINO, 2002), e sua maior homogeneidade deve-se ao movimento de nematoides de vida livre a procura de recursos e a agregação, principalmente, de bactérias na cutícula de nematoides bacteriófagos (BIRD; BONIG; BACIC, 1989).

O aumento no valor médio da evolução C-CO₂ foi considerado baixo (de 10, 6780 para 12, 8108 mg CO₂) (Tabelas 4 e 5), indicando que o incremento na atividade microbiana foi equilibrado, pois a adição de matéria orgânica ao solo favorece alguns microrganismos em detrimento de outros (GRUVER et al., 2010); comportamento similar foi observado por Oliveira (2014). Outro fator importante para o aumento No referido atributos é a maior

porosidade observada após a incorporação da torta de nim, a qual facilita o transporte de microrganismos, consequentemente o transporte de CO₂ no solo (MOITINHO et al., 2015).

Três meses após a aplicação da torta de nim, observam-se menores valores para os teores de carbono orgânico (Fig. 19K) quando comparados aos teores seis meses após a aplicação da torta de nim (Fig. 19L) porém com maior área de influência (alcance). A diminuição no alcance da dependência espacial do carbono orgânico pode ser devido a diferenças na taxa de decomposição da matéria orgânica, gerando regiões com diferentes concentrações de carbono orgânico, aumentando a variabilidade espacial do mesmo.

Aumento na reserva de carbono orgânico também foi observado por Datt, Dubey e Chaudhary (2013) em solo argilo-siltoso cultivado com feijão com tratamento consorciado de esterco, *Rhizobium* e restos culturais triturados; e Murugan e Kumar (2013) em Argissolo cultivado com arroz em região semiárida após incorporação de torta de amendoim. A adição de esterco favoreceu o aumento de carbono orgânico e do carbono da biomassa microbiana, assim como resultou na acumulação de nutrientes a longo prazo, devido a entradas superficiais e subterrâneas de carbono (JOERGENSEN; MÄDER; FLIEßBACH, 2010; WANG; ZHANG; SANCHEZ, 2010).

As Fig. 19M, 19N e 19O evidenciam expressivo aumento no teor de nitrogênio total ao longo da A1. O teor médio de nitrogênio total era igual a 0,6139 g kg⁻¹ (Tabela 4) no início do experimento e aumentou para 6,2284 e 7,7380 g kg⁻¹ aos três e seis meses após a aplicação da torta de nim, respectivamente (Tabelas 5 e 6). Surekha et al. (2013) observaram maiores teores de nitrogênio disponível em Vertissolo argiloso, com adição de palha de arroz e esterco, cultivado com arroz durante cinco anos de experimento. Murugan e Kumar (2013) observaram maior teor de nitrogênio total em Argissolo sob condições semiáridas com aplicação de esterco, porém esse tratamento não diferiu estatisticamente do tratamento com aplicação de torta de amendoim. A diferença nos teores pode ser explicada devido a qualidade dos fertilizantes animais, segundo os autores citados.

Vale salientar que o aumento gradativo do teor de nitrogênio total do solo foi observado da região leste para região oeste e, ao final do experimento regiões com maiores teores de nitrogênio total coincidem com regiões de menores valores de densidade do solo (Fig. 19O e 19B). Tesfahunegn (2014) examinaram a relação entre densidade e nitrogênio total do solo com outros atributos edáficos, utilizando regressão múltipla e modelo linear generalizado, e observaram maior influência do carbono orgânico nos valores de densidade e nitrogênio total do solo; corroborando dados do presente trabalho, pois, observando-se os mapas de densidade, nitrogênio total e carbono orgânico do solo (Fig. 19B, 19O e 19L,

respectivamente), há certa concordância no padrão de distribuição espacial desses atributos, onde os nutrientes (nitrogênio e carbono) apresentaram maiores valores onde há menor densidade do solo. Padrão de distribuição espacial inverso entre densidade e carbono orgânico do solo também foi observado por Alho et al. (2014) nas profundidades de 0,00-0,05 e 0,10-0,20 em Cambissolo sob campo natural e Argissolo sob vegetação nativa.

Com relação ao diâmetro do tronco, pode-se observar aumento desse atributo ao longo da região leste da área nas duas épocas de amostragem, e, comparando-se a segunda e terceira épocas também observam-se maiores valores do referido atributos (Fig. 19Q e 19R); em termos médios, o diâmetro do tronco variou de 2,76 cm a 3,37 cm, na A1₃ e A1₆, respectivamente (Tabelas 5 e 6).

Incrementos nas variáveis de crescimento (altura da planta, diâmetro do caule/tronco) e produtividade de diversas culturas após a incorporação de diferentes matérias orgânicas ao solo também foram observados por outros autores (OLIVEIRA, 2014; WANG et al., 2014; MURUGAN; KUMAR, 2013; SUJA et al., 2012; KRISHNAKUMAR et al., 2005). Segundo os autores citados, maior crescimento e produtividade de culturas sob incorporação de matéria orgânica ao solo devem-se a melhor retenção hídrica, melhor estrutura do solo, maiores teores de nutrientes disponíveis às plantas e aumento na densidade populacional de microrganismos. Konopatzki et al. (2012) observaram menor produtividade de pomar de pêras em regiões com menores teores de macro e micronutrientes. No presente trabalho, maiores diâmetros do tronco de goiabeiras foram observados em regiões com maiores teores de nitrogênio total, maior porosidade e menor densidade do solo, reforçando a necessidade de melhor qualidade edáfica para pleno desenvolvimento da cultura, assim como a importância da adição da torta de nim para alcançar tal melhoria na qualidade do solo.

Os atributos densidade e pH do solo não apresentaram dependência espacial na A2 independente da época de amostragem, portanto não foram gerados mapas dos mesmos. A umidade do solo, contrariamente, apresentou diferentes padrões de distribuição ao longo do experimento, sendo observados menores valores durante a segunda época de amostragem (Fig. 20A, 20B e 20C). Estudos comprovam que a variabilidade temporal da umidade do solo em diferentes escalas (desde bacia hidrográfica a nível de campo) é mais expressiva que a variabilidade espacial desse atributo (BROCCA et al., 2010, 2012; MITTELBACH; SENEVIRATNE, 2012)

O regime de precipitação local provavelmente foi o fator mais expressivo para tais diferenças, pois antes da primeira e terceira épocas de amostragem houve incidência de chuva na área experimental, enquanto que durante a segunda coleta, não foi observado tal

comportamento pluviométrico (Fig. 2). A umidade do solo também pode ter sido fortemente influenciada pelo rápido crescimento das árvores e do sistema radicular nos primeiros três meses de experimento, e conseqüente maior absorção de água pelas plantas. Baroni et al. (2013) observaram maior variabilidade da umidade de solo cultivado com soja na Itália durante a estação seca quando comparada à estação chuvosa, concluindo que a variabilidade da vegetação possui maior influência no padrão de distribuição da umidade do solo em condições de baixo conteúdo de água.

Apesar da condutividade elétrica apresentar maiores valores nas regiões leste e sudoeste do mapa durante a primeira época de amostragem, observa-se melhor homogeneização desse atributo durante as duas últimas amostragens (Fig. 20D, 20E e 20F). Além disso, observa-se uma decréscimo nos valores da condutividade elétrica durante a segunda época de amostragem e um aumento ao final do experimento. Oliveira (2014) avaliando o referido atributos em Neossolo Regolítico sem adição da torta de nim também observou homogeneização do mesmo ao longo da área experimental.

Vários fatores intrínsecos ao solo influenciam os valores de condutividade elétrica, sendo os quatro principais: umidade do solo, teor de argila, tipo de argila e concentração iônica na solução do solo (ALVES et al., 2013). Pode-se perceber semelhança no mapa da fração argila (Fig. 21J) e no da condutividade elétrica na A2₀ (Fig. 20D), indicando que o teor de argila e o tipo de argila presente na A2 apresentava maior influência no padrão de distribuição espacial da condutividade elétrica. Ao longo do tempo, a influência da umidade do solo, devido à irrigação e/ou precipitação, tornou-se mais expressiva, regindo, de modo inverso o padrão de distribuição da CE (Fig. 20F e 20D).

Bréchet et al. (2011) afirma que vários fatores influenciam a variação da evolução C-CO₂ em solos agrícolas e naturais e estão relacionados a diversos processos e interações. Luo et al. (2012) avaliaram a variabilidade espaço-temporal do referido atributos em seis áreas sob diferentes estágios de sucessão ecológica e observaram aumento no valor do atributo com o progresso da sucessão ecológica, indicando que a evolução C-CO₂ segue o desenvolvimento da vegetação. No presente trabalho, os mapas de evolução C-CO₂ (Fig. 20H e 20I) corroboraram a referida assertiva, apresentando aumento da A2₃ para A2₆.

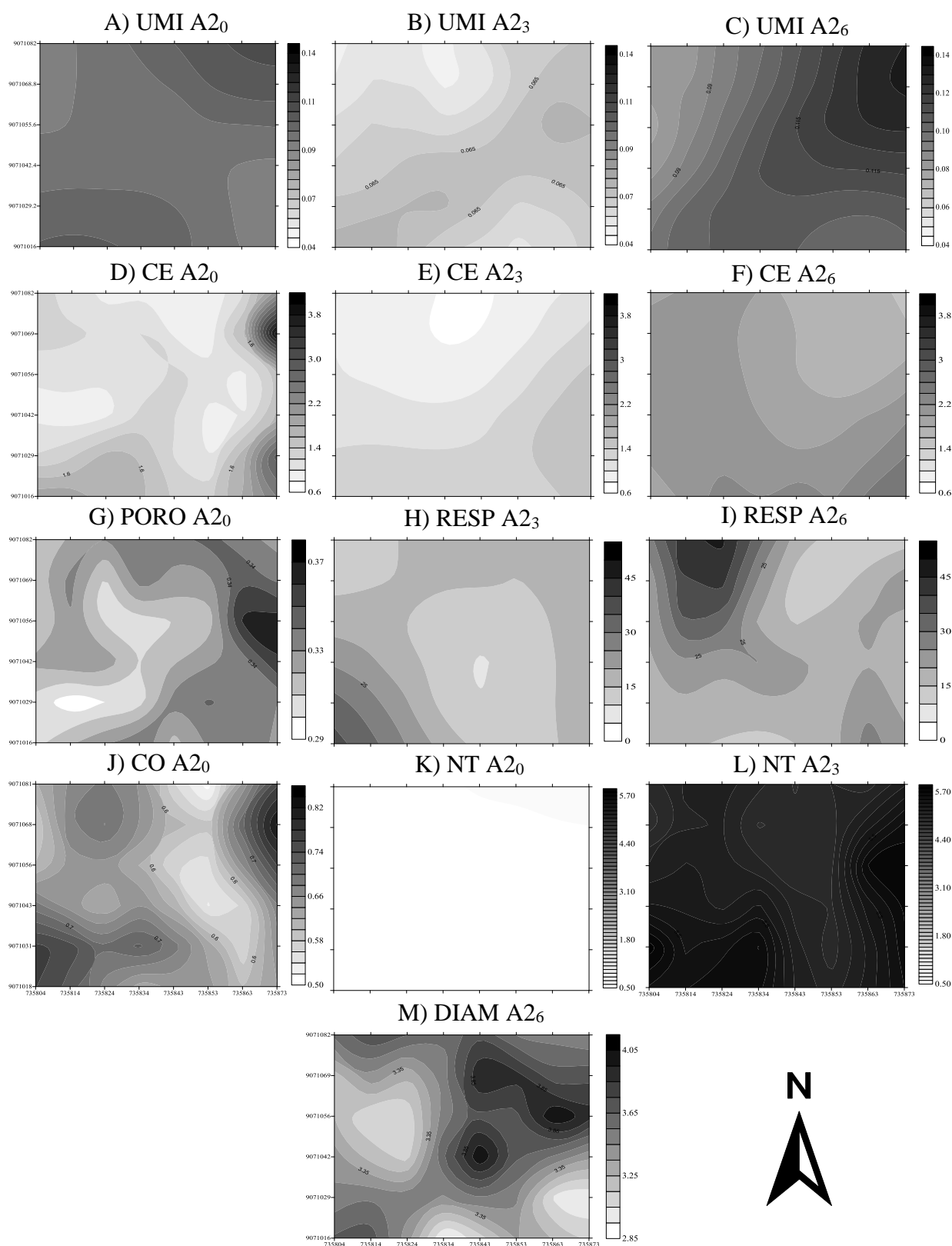


Figura 20. Mapas de isolinhas para as variáveis edáficas e de crescimento da goiabeira na Área 2 (A2, sem aplicação da torta de nim) durante as três épocas de amostragem: antes (A₂₀), três meses após (A₂₃) e seis meses após (A₂₆) a aplicação da torta de nim na A1. (UMI – Umidade do solo (cm³ cm⁻³); PORO – Porosidade total (cm³ cm⁻³); CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m⁻¹); RESP – Evolução C-CO₂ (mg CO₂); CO – Carbono orgânico (dag kg⁻¹); NT – Nitrogênio total (g kg⁻¹); DIAM – Diâmetro do tronco (cm))

Incrementos na evolução C-CO₂ também são influenciados pelo regime pluviométrico local atuando sobre determinada cultura, pois o mesmo altera o crescimento vegetativo e radicular das culturas (CHEN et al., 2012), proporcionando melhores condições de sobrevivência aos microrganismos do solo. Luan et al. (2013), avaliando a evolução C-CO₂ em florestas de carvalho e pinheiro, concluíram que a disponibilidade de recursos e difusão de gás exerceram grande influência na variabilidade do referido atributo em ambas as florestas.

Assim como observado na A1 (Fig. 19), os teores nitrogênio total na primeira época de amostragem foram insignificantes em relação aos teores durante a segunda amostragem (Fig. 20K e 20L). A condição inicial do nitrogênio total no solo das duas áreas experimentais foi praticamente a mesma, variando de 0,6139 a 0,5653 g kg⁻¹ nas A1₀ e A2₀, respectivamente; contudo os teores médios do nitrogênio total na área com adição da torta de nim foram superiores, sendo iguais a 6,2284 e 5,3267 g kg⁻¹ nas A1₃ e A2₃, respectivamente. Comportamentos similares foram encontrados por Surekha et al. (2013) e Murugan e Kumar (2013).

Com relação ao crescimento da goiabeira, maiores valores do diâmetro do tronco (Fig. 20M) foram observados em regiões de maior umidade (Fig. 20B), menor porosidade total (Fig. 20G) do solo e densidades populacionais médias de *Meloidogyne* (Fig. 18G) e *Pratylenchus* (Fig. 18L). Esse resultado indica que o desenvolvimento da goiabeira cultivada em Neossolo Regolítico em condições semiáridas é fortemente influenciado pelo teor de água e porosidade total do solo, visto que esses dois atributos foram importantes em ambas as áreas (Fig. 19) para maiores valores de diâmetro do tronco das goiabeiras.

Comparando-se os mapas das frações granulométricas na mesma área experimental, percebe-se, como esperado, semelhanças nos padrões de distribuição da areia e areia grossa, os quais são inversos aos de silte e argila (Fig. 21A-D e 21G-J). Outros autores observaram o mesmo comportamento: padrões semelhantes entre as partículas grosseiras e inversos às partículas mais finas (OLIVEIRA, 2014; LIMA et al., 2014; BOTTEGA et al., 2013). No entanto Silva e Lima (2013) observaram mesmas regiões com alto teor de areia e argila em solo sob cultivo de café. Vale salientar que a A1 possui maior teor de areia grossa que a A2, conseqüentemente teores inversos de areia fina (Fig. 21C-F).

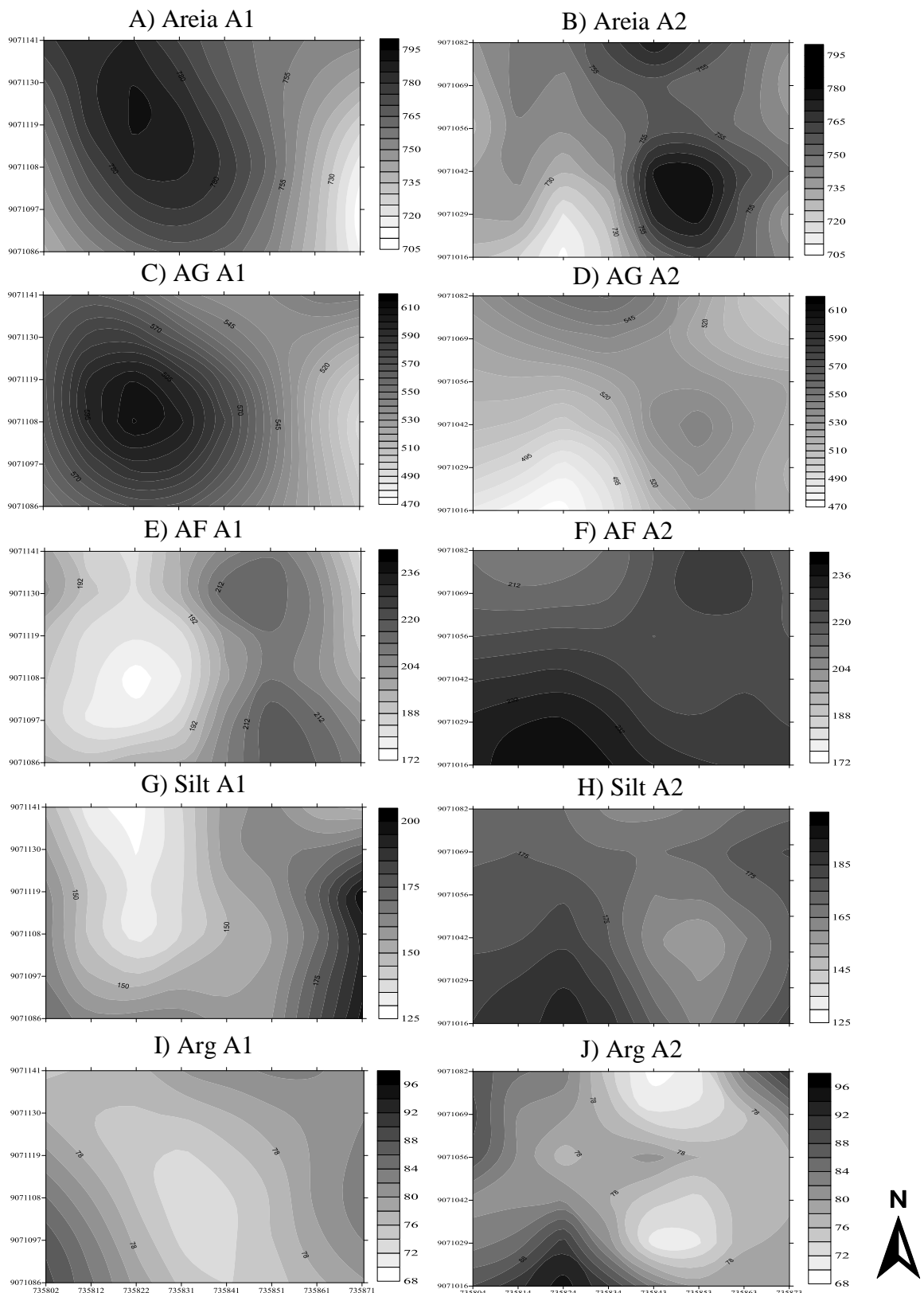


Figura 21. Mapas de isolinhas para as frações granulométricas das Áreas 1 e 2 (A1 e A2, respectivamente). (AG – Areia grossa (g kg^{-1}); AF – Areia fina (g kg^{-1}); Silt – Silte (g kg^{-1}); Arg – Argila (g kg^{-1}))

Conclusões

Os resultados demonstram que a incorporação da torta de nim: i) torna a distribuição espaço-temporal de bacteriófagos, especificamente da ordem Rhabditida, mais homogênea; ii) altera padrões de distribuição espacial das comunidades de *Meloidogyne* e *Rotylenchulus*, diminuindo áreas com maiores densidades populacionais; iii) melhora a qualidade do solo, por meio da diminuição da densidade do solo e aumento da porosidade total e da atividade microbiana do solo; e iv) aumenta os teores de carbono orgânico e nitrogênio total do solo.

Em condições semiáridas, a variabilidade espaço-temporal do diâmetro do tronco de goiabeiras tratadas com torta de nim segue os padrões de distribuição da densidade, porosidade total e umidade do solo.

A torta de nim pode ser aplicada em Neossolos sob condições semiáridas para melhoria da qualidade de solo agrícolas e manejo integrado de nematoides parasitos de planta.

Referências Bibliográficas

ABBASI, P. A.; RIGA, E.; CONN, K. L.; LAZAROVITS, G. Effect of neem cake soil amendment on reduction of damping-off severity and population densities of plant-parasitic nematodes and soilborne plant pathogens. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Londres, v. 27, n. 1, p. 38-45, 2005.

ABREU, J. R.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; LIMA, L. C. O. Sugar fractionation and pectin content during the ripening of guava cv. Pedro Sato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 156-162, 2012a.

ABREU, J. R.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CASTRO, E. M. Histochemistry and morphoanatomy study on guava fruit during ripening. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 179-186, 2012b.

AKHTAR, M.; MALIK, A. Roles of organic soil amedments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: A review. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p. 35-47, 2000.

AKSAKAL, E. L.; OZTAS, T.; OZGUL, M. Time-dependent changes in distribution patterns of soil bulk density and penetration resistance in a rangeland under overgrazing. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v. 35, p. 195-204, 2011.

ALHO, L. C.; CAMPOS, M. C. C.; SILVA, D. M. P.; MANTOVANELLI, B. C.; SOUZA, Z. M. Variabilidade espacial da estabilidade de agregados e estoque de carbono em Cambissolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 3, p. 246-254, 2014.

ALMEIDA, A. M.; SOUZA, R. M.; GOMES, V. M.; MIRANDA, G. B. Greenhouse and field assessment of different organic compounds against guava-parasitic *Meloidogyne enterolobii*. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p. 67-74, 2012.

ALVES, S. M. F.; ALCÂNTARA, G. R.; REIS, E. F.; QUEIROZ, D. M.; VALENTE, D. S. M. Definição de zonas de manejo a partir de mapas de condutividade elétrica e matéria orgânica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 104-114, 2013.

ARIEIRA, G. de O. **Diversidade de nematoides em sistemas de culturas e manejo do solo**. 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

AQUINO, R. E.; CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, I. A.; MANTOVANELI, B. C.; SOARES, M. D. R. Geoestatística na avaliação dos atributos físicos em Latossolo sob floresta nativa e pastagem na região de Manicoré, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 397-406, 2014.

BARONI, G.; ORTUANI, B.; FACCHI, A.; GANDOLFI, C. The role of vegetation and soil properties on the spatio-temporal variability of the surface soil moisture in a maize-cropped field. **Journal of Hydrology**, v. 489, p. 148-159, 2013.

BASSO, B.; BERTOCCO, M.; SARTORI, L.; MARTIN, E. C. Analyzing the effects of climate variability on spatial pattern of yield in a maize-wheat-soybean rotation. **European Journal of Agronomy**, Montpellier, v. 26, n. 2, p. 82-91, 2007.

BIRD, A. F.; BONIG, I.; BACIC, A. Factors affecting the adhesion of micro-organisms to the surfaces of plant-parasitic nematodes. **Parasitology**, Cambridge, v. 98, n. 1, p. 155-164, 1989.

BONGERS, T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. **Oecologia**, Cambridge, v. 83, n. 1, p. 14-19, 1990.

BONILLA, N.; GUTIÉRREZ-BARRANQUERO, J. A.; VICENTE, A.; CAZORLA, F. M. Enhancing soil quality and plant health through suppressive organic amendments. **Diversity**, Basel, v. 4, n. 4, p. 465-491, 2012.

BOTTEGA, E. L.; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; SOUZA, C. M. A. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 1-9, 2013.

BOUAJILA, K.; SANAA, M. Effects of organic amendments on soil physico-chemical and biological properties. **Journal of Materials and Environmental Science**, Oujda, v. 2, n. S1, p. 485-490, 2011.

BOWLES, T. M.; ACOSTA-MARTÍNEZ, V.; CALDERÓN, F.; JACKSON, L. E. Soil enzyme activities, microbial communities, and carbon and nitrogen availability in organic agroecosystems across an intensively-managed agricultural landscape. **Soil Biology and Biochemistry**, Brisbane, v. 68, p. 252-262, 2014.

BRIAR, S. S.; MILLER, S. A.; STINNER, D.; KLEINHENZ, M. D.; GREWAL, P. S. Effects of organic transition strategies for peri-urban vegetable production on soil properties, nematode community, and tomato yield. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 47, n. 2, p. 84-91, 2011.

BRIAR, S. S.; BARKER, C.; TENUTA, M.; ENTZ, M. H. Soil nematode responses to crop management and conversion to native grasses. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 44, n. 3, p. 245-254, 2012.

BRÉCHET, L.; PONTON, S.; ALMÉRAS, T.; BONAL, D.; EPRON, D. Does spatial distribution of tree size account for spatial variation in soil respiration in a tropical forest? **Plant and Soil**, Nova Iorque, v. 347, n. 1-2, p. 293-303, 2011.

BROCCA, L.; MELONE, F.; MORAMARCO, T.; MORBIDELLI, R. Spatial-temporal variability of soil moisture and its estimation across scales. **Water Resources Research**, Nova Jersey, v. 46, p. w02516, 2010.

BROCCA, L.; TULLO, T.; MELONE, F.; MORAMARCO, T.; MORBIDELLI, R. Catchment scale soil moisture spatial-temporal variability. **Journal of Hydrology**, v. 422-423, p. 63-75, 2012.

BULLUCK III, L. R.; BARKER, K. R.; RISTAINO, J. B. Influences of organic and synthetic soil fertility amendments on nematode trophic groups and community dynamics under tomatoes. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 21, p. 233-250, 2002.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.

CAMPOS, M. C. C.; FERRAZ, F. B.; FREITAS, E. W. S.; SOUZA, Z. M. Dependência espacial de atributos físicos e hídricos de um Espodosolo da zona da mata de Pernambuco. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Macapá, n.7, p. 84-91, 2007.

CARDOSO, M. O.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. F.; BARROS, P. Â. Effects of soil mechanical resistance on nematode community structure under conventional sugarcane and remaining of Atlantic Forest. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 184, n. 6, p. 3529-3544, 2012.

CARNEIRO, R. M. D. G.; HIDALGO-DÍAZ, L.; MARTINS, I.; SILVA, K. F. A. S.; SOUSA, M. G.; TIGANO, M. S. Effect of nematophagous fungi on reproduction of *Meloidogyne enterolobii* on guava (*Psidium guajava*) plants. **Nematology**, Flórida, v. 13, n. 6, p. 721-728, 2011.

CASTILLO, P.; VOVLAS, N.; TROCCOLI, A. The reniform nematode, *Rotylenchulus macrosoma*, infecting olive in Southern Spain. **Nematology**, Flórida, v. 5, n. 1, p. 23-29, 2003.

CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n.31, n. 6, p.1329-1339, 2007.

CERQUEIRA, E. S.; QUEIROZ, D. M.; SANTOS, N. T.; CERQUEIRA, N. M. M.; GOMES FILHO, R. R.; SANTOS, E. V. Spatial and temporal distribution of the water content of a Red-Yellow Argissol cultivated with beans (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigated by center pivot. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 8, n. 2, p. 188-198, 2014.

CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; GUIMARÃES, L. M. P.; MARANHÃO, S. R. V. L.; OLIVEIRA, M. K. R. S. Utilização de produtores alternativos no manejo de nematoides da cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 3, p. 260-264, 2009.

CHEN, S. T.; HUANG, Y.; ZOU, J. W.; SHI, Y. S.; LU, Y. Y.; ZHANG, W.; HU, Z. H. Interannual variability in soil respiration from terrestrial ecosystems in China and its response to climate change. **Science China, Earth Sciences** v. 55, n. 12, p. 2091-2098, 2012.

COHEN, Y.; ALCHANATIS, V.; MERON, M.; SARANGA, Y.; TSIPRIS, J. Estimation of leaf water potential by thermal imagery and spatial analysis. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, n. 417, p. 1843-1852, 2005.

COLLANGE, B.; NAVARRETE, M.; PEYRE, G.; MATEILLE, T.; TCHAMITCHIAN, M. Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: The challenge of an agronomic system analysis. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 30, n. 10, p. 1251-1262, 2011.

CORÁ, J. E.; ARAÚJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n. 6, p.1013-1021, 2004.

CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R. **Levantamento detalhado de solos da Fazenda Nossa Senhora do Rosário (Pesqueira-PE)**. Recife: UFRPE/UFPE/CNPq/BNB. 2001. 35p. Relatório Técnico.

COSTA, C. S. **Efeitos da aplicação de vinhaça nas propriedades físicas, química e população de nematoides do solo coberto com palhço de cana-de-açúcar, sob manejo mecanizado**. 2012. 94 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

COYNE, D. L.; NICOL, J. M.; CLAUDIUS-COLE, B. **Practical plant nematology: a field and laboratory guide**. Cotonou: SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 2007. 93p.

CRESSIE, N. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley, 1991. 920p.

DATT, N.; DUBEY, Y. P.; CHAUDHARY, R. Studies on impact of organic, inorganic and integrated use of nutrients on symbiotic parameters, yield, quality of French-bean (*Phaseolus vulgaris* L.) vis-à-vis soil properties of an acid Alfisol. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 8, n. 22, p. 2645-2654, 2013.

DECÄENS, T. Macroecological patterns in soil communities. **Global Ecology and Biogeography**, Nova Jersey, v. 19, p. 287-302, 2010.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V. Spatial distribution of plant-parasitic nematodes in sugarcane fields. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 2, p. 188-194, 2009.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V. Spatial and temporal variability of plant-parasitic nematodes population in sugarcane. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 39-52, 2010.

DJAJADI; HIDAYAH, N. Changes in physical properties of sandy soil and growth of physic nut (*Jatropha curcas* L.) due to addition of clay and organic matter. **Indonesian Journal of Agriculture**, Tóquio, v. 3, n. 2, p. 116-120, 2010.

EMAMI, H.; ASTARAEI, A. R. Effect of organic and inorganic amendments on parameters of water retention curve, bulk density, and aggregate diameter of a saline-sodic soil. **Journal of Agricultural Soil and Technology**, Terã, v. 14, p. 1625-1636, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

ENGLUND, E.; SPARKS, A. **GEO-EAS (Geostatistical Enviromental Assessment Software)**: User's Guide. Las Vegas: Enviromental Protection Agency, 1988. 192p.

FERRIS, H.; WILSON, L. T. Concepts and principles of population dynamics. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D. W. **Vistas on nematology: a commemoration of the twenty-fifth anniversary of the society of Nematologists**. Hyattsville: Society of Nematologists, 1987. p. 372-376.

FERRIS, H.; BONGERS, T.; de GOEDE, R. G. M. A framework for soil food web diagnostics: extension of nematode faunal analysis concept. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 13-29, 2001.

FERRIS, H.; MATUTE, M. M. Structural and functional succession in the nematode fauna of a soil food web. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 23, p. 93-110, 2003.

FERRIS, H.; SÁNCHEZ-MORENO, S.; BRENNAN, E. B. Structure, functions and interguild relationships of the soil nematode assemblage in organic vegetable production. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 61, 16-25, 2012.

FRECKMAN, D. W. Bacterivorous nematodes and organic-matter decomposition. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 24, n. 1-3, p. 196-217, 1988.

FROGBROOK, Z. L.; OLIVER, M. A.; SALAHI, M.; ELLIS, R. H. Exploring the spatial relations between cereal yield and soil chemical properties and the implications for sampling. **Soil Use and Management**, Nova Jersey, v. 18, n. 1, p. 01-09, 2002.

GODEFROID, M.; DELAVILLE, L.; MARIE-LUCE, S.; QUÉNÉHERVÉ, P. Spatial stability of a plant-feeding nematode community in relation to macro-scale soil properties. **Soil Biology and Biochemistry**, Brisbane, v. 57, p. 173-181, 2013.

GOLDEN SOFTWARE. **Surfer for Windows**: Surface mapping system. Versão 6.01. Golden, 1995.

GOMES, G. S.; HUANG, S. P.; CARES, J. E. Nematode community. trophic structure and population fluctuation in soybean fields. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 258-266, 2003.

GOPINATH, K. A.; SAHA, S.; MINA, B. L.; KUNDU, S.; PANDE, H.; GUPTA, H. S. Influence of organic amendments on growth, yield, and quality of wheat and on soil properties during transition to organic production. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Nova Iorque, v. 82, n. 1, p. 51–60, 2008.

GOPINATH, K. A.; SAHA, S.; MINA, B. L.; PANDE, H.; SRIVASTVA, A. K.; GUPTA, H. S. Bell pepper yield and soil properties during conversion from conventional to organic production in Indian Himalayas. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 122, n. 3, p. 339-345, 2009.

GOSS, M. J.; TUBEILEH, A.; GOORAHOO, D. A review of the use of organic amendments and the risk to human health. **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v. 120, p. 275–379, 2013.

GRAVANIS, F. T.; VAGELAS, I. K.; LEONTOPOULOS, S. V.; NATSIOPOULOS, D. Nematicidal effects of *Azadirachta indica* seed extract on *Meloidogyne* spp. **Journal of Agricultural Science and Technology A**, Rosemead, v. 1, n. 1, p. 136-141, 2011.

GRISI, B. M. Método químico de medição de respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 82-88, 1978.

GRUVER, L. S.; WEIL, R. R.; ZASADA, I. A.; SARDANELLI, S.; MOMEN, B. Brassicaceous and rye cover crops altered free-living soil nematode community composition. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.45, n. 1, p. 1-12, 2010.

HERNANDES, A.; PARENT, S.; NATALE, W.; PARENT, L. Balancing guava nutrition with liming and fertilization. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1224-1234, 2012.

HOAGLIN, D. C.; MOSTELLER, F.; TUKEY, J. W. **Understanding robust and exploratory data analysis**. New York: John Wiley, 1983. 447p.

HUA, J.; JIANG, Y.; LIANG, W. Effects of vegetation coverage on the spatial distribution of soil nematode trophic groups. **Frontiers of Biology in China**, Nova Iorque, v. 3, n. 1, p. 63-67, 2008.

HUSSAIN, M. A.; MUKHTAR, T.; KAYANI, M. Z. Efficacy evaluation of *Azadirachta indica*, *Calotropus procera*, *Datura stramonium* and *Tagetes erecta* against root-knot nematodes *Meloidogyne incognita*. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 43, p. 197-204, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Culturas temporárias e permanentes. **Produção Agrícola Municipal**, Rio de Janeiro, v. 37, p. 1-91, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Produção agrícola municipal**, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

IQBAL, J.; THOMASSON, J. A.; JENKINS, J. N.; OWENS, P. R.; WHISLER, F. D. Spatial variability analysis of soil physical properties of alluvial soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 69, n. 4, p. 1338-1350, 2005.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, M. **An introduction to applied geostatistics**. Oxford New York: University Press, 1989. 600p.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Flórida, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.

JIANG, C.; SUN, B.; LI, H.; JIANG, Y. Determinants for seasonal change of nematode community composition under long-term application of organic manure in an acid soil in subtropical China. **European Journal of Soil Biology**, Londres, v. 55, p. 91-99, 2013.

JOERGENSEN, R. G.; MÄDER, P.; FLIEßBACH, A. Long-term effects of organic farming on fungal and bacterial residues in relation to microbial energy metabolism. **Biology & Fertility of Soils**, Dordrecht, v. 46, n. 3, p. 303-307, 2010.

JOURNAL, A. C., HUIJBREGTS, C. J. **Mining geostatistics**. Londres: Academic Press, 1978. 600p.

KHALIL, M. S. E. H.; ALLAM, A. F. G.; BARAKAT, A. S. T. Nematicidal activity of some biopesticide agents and microorganisms against root-knot nematode on tomato plants under greenhouse conditions. **Journal of Plant Protection Research**, Poznań, v. 52, n. 1, p. 47-52, 2012.

KHALIL, M. S. Abamectin and Azadirachtin as eco-friendly promising biorational tools in integrated nematodes management programs. **Journal of Plant Pathology and Microbiology**, Los Angeles, v. 4, n. 4, p. 1000174, 2013.

KHAN, A. M.; ALAM, M. M.; AHMAD, R. Mechanism of the control of plant parasitic nematodes as a result of the application of oil-cakes to the soil. **Indian Journal of Nematology**, Nova Déli, v. 4, p. 93-96, 1974.

KIEFER, C. W. **Evaluation and use of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) as an organic substrate component**. 2011. 83 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Auburn University, Auburnm 2011.

KONOPATZKI, M. R. S.; SOUZA, E. G.; NÓBREGA, L. H. P.; URIBE-OPAZO, M. A.; SUSZEK, G. Spatial variability of yield and other parameters associated with pear trees. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 381-392, 2012.

KORTHALS, G. W.; THODEN, T. C.; VAN DEN BERG, W.; VISSER, J. H. M. Long-term effects of eight soil health treatments to control plant-parasitic nematodes and *Verticillium dahlia* in agro-ecosystems. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 76, p. 112-123, 2014.

KOSMA, P.; AMBANG, Z.; BEGOUDE, B. A. D.; HOOPEN, G. M. T.; KUATE, J.; AKOA, A. Assessment of nematicidal properties and phytochemical screening of neem seed formulations using *Radopholus similis*, parasitic nematode of plantain in Cameroon. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 30, n. 6, p. 733-738, 2011.

KRISHNAKUMAR, S.; SARAVANAN, A.; RAMESH, K.; NATARAJAN, S. K.; VEERABADRAN, V.; MANI, S. Organic farming: impact on rice (*Oryza sativa* L.) productivity and soil health. **Asian Journal of Plant Sciences**, Central Area, v. 4, n. 5, p. 510-512, 2005.

LAMPARELLI, R. A. C.; ROCHA, J. V.; BORGHI, E. Geoprocessamento e agricultura de precisão. 1. ed. Guaíba: Agropecuária, 2001. 118 p.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: UNESP, 1998. 226p.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: UNESP, 2003. 226p.

LIANG, W.; JIANG, Y.; LI, Q.; LIU, Y.; WEN, D. Spatial distribution of bacterivorous nematodes in a Chinese Ecosystem Research Network (CERN) site. **Ecological Research**, Osaka, v. 20, p. 481-486, 2005.

LIBARDI, P. L. et al. Variabilidade da umidade gravimétrica de um solo hidromórfico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 1-12, 1996.

LIMA, J. S. S.; OLIVEIRA, R. B.; SILVA, S. A. Spatial variability of particle size fractions of an Oxisol cultivated with conilon coffee. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 59, n. 6, p. 867-872, 2012.

LIMA, J. S. S.; BONA, D. A. O.; FIEDLER, N. C.; PEREIRA, D. P. Distribuição espacial das frações granulométricas argila e areia total em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 513-521, 2014.

LIMPERT, E.; STAHEL, W. A. Problems with using the normal distribution – and ways to improve quality and efficiency of data analysis. **PLoS ONE**, São Francisco, v. 6, n. 7, p. e21403, 2011.

LOUREIRO, D. C.; DE-POLLI, H.; CEDDIA, M. B.; AQUINO, A. M. Spatial variability of microbial biomass and organic matter labile pools in a Haplic Planosol soil. **Bragantia**, Campinas, v. 69, Suplemento, p. 85-95, 2010.

LUAN, J.; LIU, S.; WANG, J.; ZHU, X. Factors affecting spatial variation of annual apparent Q_{10} of soil respiration in two warm temperate forests. **PLoS One**, São Francisco, v. 8, n. 5, p. e64167, 2013.

LUO, J.; CHEN, Y.; WU, Y.; SHI, P.; SHE, J.; ZHOU, P. Temporal-spatial variation and controls of soil respiration in different primary succession stages on glacier forehead in Gongga Mountain, China. **PLoS One**, São Francisco, v. 7, n. 8, p. e42354, 2012.

LYNN, O. M.; SONG, W.; SHIM, J.; KIM, J.; LEE, K. Effects of Azadirachtin and Neem-based formulations for the control of sweetpotato whitefly and root-knot nematode. **Journal**

of the **Korean Society for Applied Biological Chemistry**, Nova Iorque, v. 53, n. 5, p. 598-604, 2010.

MAY, W. F.; MULLIN, P. G.; LYON, H. H.; LOEFFLE, K. **Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera**. Cornell University Press: Ithaca, 1996. 277p.

McSORLEY, R. Overview of organic amendments for management of plant-parasitic nematodes, with case studies from Florida. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 43, n. 2, p. 69-81, 2011.

MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S. Análise comparativa de procedimentos de amostragem em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídica Montana. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 55-62, 2000.

MENDES, A. M. S.; DUDA, G. P.; LIMA, J. A. G.; AMORIM, L. B. Variabilidade espacial de características químicas de um Cambissolo cultivado com mamão no semi-árido do Rio Grande do Norte. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 169-174, 2007.

MENGUAL, C.; SCHOEBITZ, M.; AZCÓN, R.; ROLDÁN, A. Microbial inoculants and organic amendment improves plant establishment and soil rehabilitation under semiarid conditions. **Journal of Environmental Management**, v. 134, p. 1-7, 2014.

MION, R.L.; NASCIMENTO, E.M.S.; SALES, F.A.L.; SILVA, S.F.; DUARTE, J.M.L.; SOUSA, B.M. Variabilidade espacial da porosidade total, umidade e resistência do solo à penetração de um Argissolo amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2057-2066, 2012.

MITTELBAACH, H.; SENEVIRATNE, S. I. A new perspective on the spatio-temporal variability of soil moisture: temporal dynamics versus time-invariant contributions. **Hydrology and Earth System Sciences**, Göttingen, v. 16, n. 1, p. 2169-2179, 2012.

MOHAN, K. Comparison of inorganic and organic nematicides on the population of soil nematodes in hybrid of *Saccharum* species. **Journal of Biopesticides**, Tamil Nadu, v. 4, n. 2, p. 201-204, 2011.

MOITINHO, M. R.; PADOVAN, M. P.; PANOSSO, A. R.; TEIXEIRA, D. B.; FERRAUDO, A. S.; LA SCALA JÚNIOR, N. On the spatial and temporal dependence of CO₂ emission on soil properties in sugarcane (*Saccharum* spp.) production. **Soil & Tillage Research**, Oxford, v. 148, p. 127-132, 2015.

MOLIN, J. P.; COLAÇO, A. F.; CARLOS, E. F.; MATTOS JÚNIOR, D. Yield mapping, soil fertility and tree gaps in na Orange orchard. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1256-1265, 2012.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 30-37, 2006.

MOORE, S. R.; LAWRENCE, K. S.; ARRIAGA, F. J.; BURMESTER, C. H.; van SANTEN, E. Natural migration of *Rotylenchulus reniformis* in a no-till cotton system. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 42, n. 4, p. 307-312, 2010.

MOOSAVI, M. R. Nematicidal effect of some herbal powders and their aqueous extracts against *Meloidogyne javanica*. **Nematropica**, Flórida, v. 42, n. 1, p. 48-56, 2012.

MUELLER, J. D.; KHALILIAN, A.; MONFORT, W. S.; DAVIS, R. F.; KIRKPATRICK, T. L.; ORTIZ, B. V.; HENDERSON, W. G. Site-specific detection and management of nematodes. In: OERKE, E. C.; GERHARDS, R.; MENZ, G.; SIKORA, R. A. (Eds.) **Precision crop protection – the challenge and use of heterogeneity**. Springer: Berlin, 2010. p. 385-402.

MURUGAN, R.; KUMAR, S. Influence of long-term fertilization and crop rotation on changes in fungal and bacterial residues in a tropical rice-field soil. **Biology & Fertility of Soils**, Brisbane, v. 49, n. 7, p. 847-856, 2013.

NEHER, D. A. Ecology of plant and free-living nematodes in natural and agricultural soil. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 48, p. 371-394, 2010.

OKA, Y.; TKACHI, N.; SHUKER, S.; YERUMIYAHU, U. Enhanced nematicidal activity of organic and inorganic ammonia-releasing amendments by *Azadirachta indica* extracts. **Journal of Nematology**, Florida, v. 39, n. 1, p. 9-16, 2007.

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments – A review. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 44, n. 2, p. 101-115, 2010.

OKA, Y.; BEN-DANIEL, B.; COHEN, Y. Nematicidal activity of the leaf powder and extracts of *Myrtus communis* against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. **Plant Pathology**, Malden, v. 61, n. 6, p. 1012-1020, 2012.

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

OLIVEIRA, A. K. S. **Crescimento do pimenteiro e variabilidade espacial de nematoides e atributos do solo após incorporação da torta de nim**. 2014. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

OZORES-HAMPTON, M.; McSORLEY, R.; STANSLY, P. A. Effects of long-term organic amendments and soil sanitation on weed and nematode populations in pepper and watermelon crops in Florida. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 41, p. 106-112, 2012.

PALMER, M. W.; DAVIES, R. D. The effects of organic amendment and soil emplacement method on manufactured soil quality and growth of amenity woodland at a former cokeworks site. **Ecological Engineering**, v. 68, p. 1-7, 2014.

PANNATIER, Y. **Variowin 2.2**. Software for special data analysis in 2D. New York: Springer-Verlag, 1996. 96 p.

PAUL, B. K.; VANLAUWE, B.; AYUKE, F.; GASSNER, A.; HOOGMOED, M.; HURISSO, T. T.; KOALA, S.; LELEI, D.; NDABAMENYE, T.; SIX, J.; PULLEMAN, M. M. Medium-term impact of tillage and residue management on soil aggregate stability, soil carbon and crop productivity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 164, p. 14-22, 2013.

PAZ, J. M.; VISCONTI, F.; RUBIO, J. L. Spatial evaluation of soil salinity using the WET sensor in the irrigated area of the Segura river lowland. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 174, n. 1, 2011.

PENG, G.; BING, W.; GUANGPO, G.; GUANGCAN, Z. Spatial distribution of soil organic carbon and total nitrogen based on GIS and geostatistics in a small watershed in a hilly area of northern China. **PLoS One**, São Francisco, v. 8, n. 12, p. e83592, 2013.

PEREIRA, F. M.; SOUZA, R. M.; SOUZA, P. M.; DOLINSKI, C.; SANTOS, G. K. Estimativa do impacto econômico e social direto de *Meloidogyne mayaguensis* na cultura da goiaba no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n.2, p. 176–181, 2009.

PERRY, E. M.; DEZZANI, R. J.; SEAVERT, C. F.; PIERCE, F. J. Spatial variation in tree characteristics and yield in a pear orchard. **Precision Agriculture**, v. 11, n. 1, p. 42-60, 2010.

PINHEIRO, J. B.; POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; MOREIRA, A. S.; ALVES, M. C.; CAMPOS, V. P. Influência de nutrição mineral na distribuição espacial do nematóide de cisto da soja. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 32, n. 4, p. 270-278, 2008.

PINKERTON, J. N.; MOJTAHEDI, H.; SANTO, G. S.; O'BANNON, J. H. Vertical migration of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* under controlled temperature. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 19, p. 152–157, 1987.

PINO, J. A.; BENT, L. Odour-active compounds in guava (*Psidium guajava* L. cv. Red Suprema). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Nova Jersey, v. 93, n. 12, p. 3114-3120, 2013.

PORAT, R.; TIETEL, Z.; ZIPPORI, I.; DAG, A. Aroma volatile compositions of high- and low-aromatic guava varieties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Nova Jersey, v. 91, n. 15, p. 2794-2798, 2011.

QUEIROZ, H. A.; ALVES, M. C.; SILVA, H. R. Qualidade dos solos de uma microbacia na região de Ilha Solteira – SP. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 1, n. 1, p. 26-37, 2014.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. U.S. Department of Agriculture: Washington, DC, 1954. 160p. (Manual de Agricultura 60).

ROBERTSON, G. P.; FRECKMAN, D. W. The spatial distribution of nematode trophic groups across a cultivated ecosystem. **Ecology**, Nova Iorque, v. 76, n. 5, p. 1425-1432, 1995.

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

SANTOS, K. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; ALMEIDA, B. G.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ANDRADE, T. S.; FONTES JÚNIOR, R.V.P. Variabilidade espacial de atributos físicos em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 828-835, 2012.

SANTOS, M. C. N.; MELLO, J. M.; MELLO, C. R.; ÁVILA, L. F. Spatial continuity of soil attributes in an Atlantic Forest remnant in the Mantiqueira range, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 1, p. 68-77, 2013.

SAYRE, R. M. Bacterial diseases of nematodes and their role in controlling nematode populations. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 24, n. 1-3, p. 263-279, 1988.

SHAHBAZI, F.; ALIASGHARZAD, N.; EBRAHIMZAD, S. A.; NAJAFI, N. Geostatistical analysis for predicting soil biological maps under different scenarios of land use. **European Journal of Soil Biology**, Londres, v. 55, p. 20-27, 2013.

SHIVAKUMAR, B. C.; GIRISH, A. C.; GOWDA, B.; KUMAR, G. C. V.; GOWDA, A. P. M.; THIMMEGOWDA, M. N. Influence of Pongamia, Mahua and Neem cakes on finger millet productivity and soil fertility. **Journal of Applied and Natural Science**, Haridwar, v. 3, n. 2, p. 274-276, 2011.

SILVA, F. M.; SOUZA, Z. M.; FIGUEIREDO, C. A. P.; VIEIRA, L. H. S.; OLIVEIRA, E. Variabilidade espacial de atributos químicos e produtividade da cultura do café em duas safras agrícolas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p.231-241, 2008.

SILVA, J. J. N.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, E. F. F.; FONTES JÚNIOR, R. V. P.; SILVA, A. P. N. Variabilidade espacial de parâmetros de crescimento da mamoneira e de atributos físico-químicos em Neossolo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campinas, v.14, n. 9, p. 921-931, 2010.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, G. S. Estudo da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo húmico sob cultivo de café arábica por meio de geoestatística. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 560-567, 2010.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S. Atributos físicos do solo e sua relação espacial com a produtividade do café arábica. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 4, p. 395-403, 2013.

SIMMONDS, M. B.; PLANT, R. E.; PEÑA-BARRAGÁN, J.; van KESSEL, C.; HILL, J.; LINQUIST, B. A. Underlying causes of yield spatial variability and potential for precision management in rice systems. **Precision Agriculture**, Nova Iorque, v. 14, n. 5, p. 512-540, 2013.

SINGH, K. D.; KAR, S.; VARADE, S. B. Structural and moisture retention characteristics of Lateritic soil as influenced by organic amendments. **Journal of the Indian Society of Soil Science**, Amsterdam, v. 24, n. 2, p. 129-131, 1976.

SOUZA, E. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; FREIRE, M. B. G. S. Evolução e variabilidade espacial da salinidade em Neossolo Flúvico cultivado com cenoura sob irrigação. **Revista**

Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 584-592, 2008.

SOUZA, E. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M.; MATOS, J. A. Temporal stability of soil moisture in irrigated carrot plots in Northeast Brasil. **Agricultural Water Management**, v. 99, p. 26-32, 2011.

SUJA, G.; SUNDARESAN, S.; JOHN, K. S.; SREEKUMAR, J.; MISRA, R. S. Higher yield, profit and soil quality from organic farming of elephant foot yam. **Agronomy for Sustainable Development**, Heidelberg, v. 32, n. 3, p. 755-764, 2012.

SUREKHA, K.; RAO, K. V.; RANI, N. S.; LATHA, P. C.; KUMAR, R. M. Evaluation of organic and conventional rice production systems for their productivity, profitability, grain quality and soil health. **Agrotechnology**, Foster City, n. S1, p. 1-6, 2013.

TAVARES, U. E.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; MAGALHÃES, A. G.; BARRERO, M. T. L. Variabilidade espacial de atributos físicos e mecânicos de um Argissolo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 11, p. 1206-1215, 2012.

TERRA, V. S. S.; REISSER JÚNIOR, C.; TIMM, L. C.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C.; OLDONI, H. Variabilidade espacial e temporal dos atributos da planta em um pomar de pessegueiro no município do Morro Redondo-RS. In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. (Eds.). **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos: EMBRAPA Instrumentação, 2011. p. 427-433.

TERRA, V. S. S. **Variabilidade espacial e temporal de atributos agronômicos em pomar de pessegueiro**. 2012. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

TESFAHUNEGN, G. B. Estimating soil bulk density and total nitrogen from catchment attributes in Northern Ethiopia. **Momona Ethiopian Journal of Science**, Grahamstown, v. 6, n. 1, p. 3-24, 2014.

TORRES, G. R. C.; COVELLO, V. N.; SALES JÚNIOR, R.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. *Meloidogyne mayaguensis* em *Psidium guajava* no Rio Grande do Norte. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p. 570, 2004.

VAUCLIN, M.; VIEIRA, S. R.; VACHAUD, G.; NIELSEN, D. R. The use of cokriging with limited field soil observations. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 47, n.1, p.175-184, 1983.

VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, Berkeley, v. 51, n. 3, p. 1-75, 1983.

VIEIRA, S. R.; DECHEN, S. C. F.; SIQUEIRA, G. M.; DUFRANC, G. Variabilidade espacial de atributos físicos e químicos relacionados com o estado de agregação de dois Latossolos cultivados no sistema de semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 185-195, 2011.

VIKETOFT, M. Determinants of small-scale spatial patterns: Importance of space, plants and factors for soil nematodes. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 62, p. 92-98, 2013.

WALLACE, M. K.; HAWKINS, D. M. Applications of geostatistics in plant nematology. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 26, n. 4, p. 626–634, 1994.

WANG, S.; ZHANG, W.; SANCHEZ, F. Relating net primary productivity to soil organic matter decomposition rates in pure and mixed Chinese fir plantations. **Plant and Soil**, Nova Iorque, v. 334, n. 1, p. 501–510, 2010.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLED, D. (Ed). **Application of soil physics**. Academic Press: Nova Iorque, 1980, p. 319-344.

WEI, C.; ZHENG, H.; LI, Q.; LÜ, X.; YU, Q.; ZHANG, H.; CHEN, Q.; HE, N.; KARDOL, P.; LIANG, W.; HAN, X. Nitrogen addition regulates soil nematode community composition through ammonium suppression. **PLoS One**, São Francisco, v. 7, n. 8, p. e43384, 2012.

YANG, R.; SU, Y.; GAN, Y.; DU, M.; WANG, M. Field-scale spatial distribution characteristics of soil nutrients in a newly reclaimed sandy cropland in the Hexi Corridor of Northwest China. **Environmental Earth Science**, Nova Iorque, v. 70, n. 7, p. 2987-2996, 2013.

YEATES, G. W.; BONGERS, T.; de GOEDE, R. G. M.; FRECKMAN, D. W.; GEORGIEVA, S. S. Feeding habits in soil nematode families and genera - an outline for soil ecologists. **Journal of Nematology**, Florida, v. 25, n. 3, p. 315–331, 1993.

YEOMANS, J. O.; BREMMER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Londres, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; LANA, R. M. Q.; GUIMARÃES, E. C. Variabilidade espacial do pH, teores de matéria orgânica e micronutrientes em profundidades de amostragem num latossolo vermelho sob semeadura direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n. 4, p.1000-1007, 2007.

ZAR, J. H. One-sample Hypotheses. In: _____. **Biostatistical Analysis**. Pearson Prentice Hall: Nova Jersey, 1994. p. 97-129.

ZHENG, X.; ZHANG, W.; CAO, J.; LIU, X.; SHEN, H.; ZHAO, X. Changes in soil organic carbon, nitrogen, phosphorus, and bulk density after afforestation of the “Beijing-Tianjin Sandstorm Source Control” program in China. **Catena**, Gießen, v. 118, p. 186-194, 2014.

Influência da incorporação de torta de nim sobre a nematofauna, atributos edáficos e crescimento de goiabeiras em Neossolo Regolítico no Semiárido Pernambucano

CAPÍTULO III

Influência da incorporação de torta de nim sobre a nematofauna, atributos edáficos e crescimento de goiabeiras em Neossolo Regolítico no Semiárido Pernambucano

Resumo

A agricultura familiar é de grande importância no Nordeste brasileiro, porém o baixo conhecimento técnico dos produtores e pouco incentivo financeiro do governo levam ao declínio do potencial de produção. Adicionalmente, o ataque de nematoides parasitos de planta pode devastar pomares de goiabeiras a curto prazo. Diante do exposto, um experimento em campo foi realizado no Semiárido Pernambucano, de maio a novembro de 2013, objetivando-se investigar a influência da incorporação de torta de nim sobre a nematofauna, atributos edáficos e crescimento de goiabeiras (*Psidium guajava*), cultivar Paluma, em uma área de agricultura familiar. A área foi dividida em duas, com (A1) e sem (A2) incorporação de torta de nim ao solo, aplicado na projeção das copas das goiabeiras estudadas na razão de 1 kg de torta por planta. O experimento foi avaliado em três etapas: antes da aplicação da torta de nim (0), três e seis meses após a aplicação (3 e 6, respectivamente). Em ambas as áreas e durante os três períodos de amostragem (A1₀, A1₃, A1₆, A2₀, A2₃ e A2₆), 48 goiabeiras foram tomadas ao acaso, em uma malha de 48 pontos, em cada área, e amostras deformadas e indeformadas de solo foram coletadas na profundidade 0,20-0,40 m, para a realização das análises físicas, químicas e biológicas. Os dados foram submetidos à análise de covariância e correlação de Pearson a 5 e 1% de probabilidade. A comunidade de nematoides variou entre as áreas experimentais e épocas de amostragem, indicando melhor qualidade do solo na área a qual a torta de nim foi incorporada. Os nematoides de vida livre, principalmente Rhabditida e Cephalobidae, foram significativamente favorecidas pela incorporação da torta de nim, com maior expressividade após a segunda aplicação. Apenas cinco atributos edáficos (umidade, evolução C-CO₂, carbono orgânico, nitrogênio total e pH do solo) apresentaram variações significativas após a aplicação da torta de nim.

Palavras-chave: *Azadirachta indica*, qualidade do solo, bioindicadores, carbono orgânico.

Influence of neem cake amendment management on nematode assemblages, soil attributes and growth of guava trees under semiarid conditions

Abstract

Family farming is very important in Northeastern Brazil, but low technical knowledge of the farmers and poor government's financial incentives make the production lead to production potential decline. Additionally, plant-parasitic nematodes' infestations may devastate guava tree orchards in the short-term. Therefore, a field experiment was carried out in the semiarid region of Pernambuco, from May to November of 2013, aiming to investigate the influence of neem cake amendment on nematode assemblages, soil attributes and growth of guava trees (*Psidium guajava*, cv. Paluma) in a family farming area. The area was divided in two, with (A1) and without (A2) neem cake amendment, being applied under the guava trees canopies at the rate of 1 kg of cake per plant. The experiment was evaluated in three stages: before neem cake amendment (0), three (3) and six (6) months after the amendment. On both areas and during all sampling stages (A1₀, A1₃, A1₆, A2₀, A2₃ and A2₆), 48 guava trees were casually picked up, within a 48-point grid, in each area, and disturbed and undisturbed soil samples were collected at the depth of 0.20-0.40 m, in order to perform physical, chemical and biological analyses. Data were subjected to covariance analysis and Pearson's correlation at 5 and 1% of probability. Nematode assemblages varied between experimental area and among sampling campaigns, indicating greater soil quality in the area which the neem cake was amended. Free-living nematodes, mainly Rhabditida and Cephalobidae, were significantly favored after neem cake amendend, with greater expressiveness after the second amendment. Only five soil attributes (moisture, C-CO₂ evolution, organic carbono, total nitrogen and pH) showed significant variations after neem cake amendment.

Keywords: *Azadirachta indica*, soil quality, bioindicators, organic carbon

Introdução

A família *Myrtaceae* compreende 133 gêneros e mais de 3800 espécies (ZAPATA; CORTES; ROJANO, 2013; CHANDRA; KAMLE; BAJPAI, 2010), incluindo os gêneros *Eugenia*, *Myrcianthes*, *Campomanesia* e *Psidium* (MARIN et al., 2008). Dentre estes, a goiabeira (*Psidium guajava* L.) representa grande valor econômico para agricultores familiares da região Nordeste do Brasil (OLIVEIRA, 2012; DANTAS NETO et al., 2013).

Segundo dados da FAO (2010), a produção mundial em 2012 do agregado manga-mangostão-goiaba foi liderada pela Índia (15,25 milhões de toneladas), China (4,4 milhões) e Quênia (3 milhões, aproximadamente), estando o Brasil em oitavo lugar (1,2 milhões). Em Pernambuco, a produção concentra-se no Semiárido, centralizando 98% da área colhida, o que representa 3.641 ha (IBGE, 2012). Comparando-se com produção nacional de 2010, houve um incremento de 8% no total produzido; enquanto que em Pernambuco, o aumento foi de 16% (IBGE, 2010).

A produção de goiaba pode ser prejudicada pelo parasitismo de vários nematoides, incluindo *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Tylenchorhynchus*, *Pratylenchus* e *Rotylenchulus* (YANG; ZHANG, 2013; PIEDRAHITA; ZAPATA, 2010; EL-BORAI; DUNCAN, 2005; KOENNING et al., 1999; McSORLEY, 1992). Pereira et al. (2009) estimaram em R\$ 112,7 milhões as perdas causadas por *M. enterolobii* até o ano de 2008, 96% para os estados de Pernambuco e Bahia, aos quais se acrescentam 3.700 trabalhadores rurais desempregados devido ao declínio da goiabeira. Em cinco estados brasileiros, a perda econômica total foi estimada em US\$ 61 milhões (CARNEIRO et al., 2011).

A incorporação de material orgânico ao solo é uma prática agrícola tradicionalmente usada para melhorar a fertilidade e estrutura do solo e, também, um método alternativo de controle de pragas agrícolas, incluindo fitonematoides (OKA, 2010). Linford, Yap e Oliveira (1938, *apud* AKHTAR, 1993) foram os pioneiros na observação do efeito nematicida da incorporação de matéria orgânica, utilizando folhas de abacaxi picadas para controle de *Meloidogyne* spp.

Atualmente, os extratos da árvore do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) estão ganhando expressividade mundial devido ao poder supressivo contra nematoides, principalmente os formadores de galhas. A ação do nim sobre os nematoides fitoparasitas deve-se à azadiractina, principal componente biologicamente ativo; compostos fenólicos,

amônia, formaldeídos e ácidos graxos, os quais são subprodutos da decomposição (KHALIL, 2013; MOHAN, 2011; OKA, 2010).

Além de combater pragas agrícolas, a adição de matéria orgânica ao solo melhora a qualidade edáfica (BONILLA et al., 2012; GHOSH et al., 2012), tornando-se ainda mais sustentável o uso de condicionantes orgânicos em áreas de agricultura familiar. A matéria orgânica do solo é um dos principais indicadores da qualidade edáfica de agroecossistemas (ROSSI et al., 2012). A acumulação da matéria orgânica no solo melhora a qualidade do mesmo ao diminuir a densidade do solo, aumentar a estabilidade de agregados, a capacidade de troca catiônica, a ciclagem de nutrientes e a atividade biológica (SINHA et al., 2014; SOMASUNDARAM et al., 2013; MOHANTY et al., 2007; KARLEN; ANDREWS, 2004).

Os nematoides do solo se enquadram como bioindicadores da qualidade do solo em sistemas agrícolas e/ou naturais, pois possuem papel importante na cadeia alimentar de detritos do solo, estando envolvidos no controle da decomposição da matéria orgânica do solo e ciclagem de nutrientes (LIU et al., 2013; SHAO; FU, 2007). Além disso, estudos comprovaram a sensibilidade de certos *taxa* de nematoides ao manejo agrícola e às mudanças ambientais (CARDOSO et al., 2012; PATTISON et al., 2008; YEATES; PATTISON, 2006; LI et al., 2005; FERRIS; MATUTE, 2003; FERRIS; BONGERS; de GOEDE, 2001).

Nós hipotetizamos que: i) a torta de nim atua negativamente sobre comunidades de nematoides fitoparasitas, porém favorece a atividade microbiana do solo, conseqüentemente, aumenta a abundância de nematoides de vida livre; ii) o efeito supressivo da torta de nim sobre os fitoparasitas ocorre após aplicações repetidas no tempo em Neossolo Regolítico sob condições semiáridas; iii) o crescimento da goiabeira é positivamente influenciado pela adição da torta de nim, devido a aumentos nas reservas de carbono orgânico e nitrogênio total do solo; e iv) os atributos químicos, ao contrário dos atributos físicos, são mais susceptíveis a variações devido à aplicação da torta de nim. Portanto, objetivou-se investigar as relações entre a incorporação da torta de nim ao solo e as variações na estrutura das comunidades de nematoides e em atributos físico-químicos de um Neossolo Regolítico cultivado com goiabeira no Semiárido de Pernambuco.

Material e métodos

Área de estudo

O experimento foi conduzido entre os meses de maio e novembro de 2013 em área de agricultura familiar pertencente ao Assentamento Rural Nossa Senhora do Rosário, em

Pesqueira, PE, sob as coordenadas UTM 735802 m Easting e 9071141 m Northing, localizada na Bacia Representativa do Ipanema, Semiárido brasileiro. Desde 1982, várias culturas (cenoura, tomate, pimentão, milho, feijão e beterraba) foram cultivadas na área experimental.. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é BSh, caracterizado por ser semiárido quente, tipo estepe, com precipitação anual média de 730 mm e evapotranspiração potencial total anual média de 1683 mm (SANTOS et al., 2012). O regime pluviométrico e a temperatura do ar, em termos médios mensais, para o ano de 2013 encontram-se na Fig. 1.

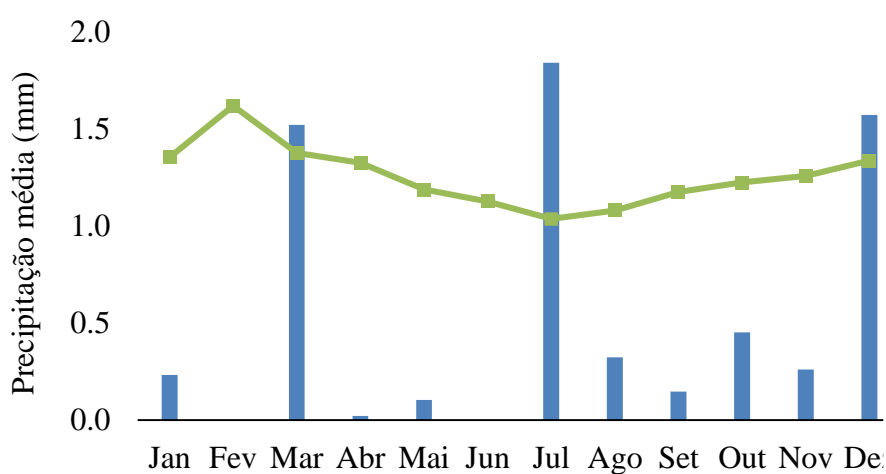


Figura 1. Médias mensais da precipitação (mm) e temperatura do ar (°C) para o ano de 2013 em Pesqueira, Brasil.

A área experimental possui 0,85 ha (122 x 69,8 m) e, aproximadamente, 400 mudas com seis meses de idade de goiabeiras (*Psidium guajava* L.), cultivar Paluma, foram enxertadas pelo agricultor, seis meses antes do experimento. A irrigação por gotejamento era realizada em região próxima ao tronco das goibeiras, de modo uniforme, ao longo da área. Uma análise exploratória foi realizada em março de 2013, onde observou-se presença de aproximadamente 8.000 espécimens de nematoides fitoparasitas. As amostragens foram realizadas em maio, agosto e novembro de 2013.

A área experimental foi dividida em duas áreas: área 1 (A1) e área 2 (A2), onde uma malha de amostragem com 48 pontos (10 x 10 m) foi delimitada para realização do experimento em cada subárea (Fig. 2). A1 foi sorteada para receber a torta de nim e as aplicações foram feitas em maio e agosto de 2013, logo após as coletas das amostras de solo. As avaliações foram realizadas em três períodos: i) antes da aplicação da torta de nim, em maio (o); ii) três meses após a primeira aplicação da torta de nim na camada de 0,20-0,40 m,

em agosto (3); e iii) seis meses após a primeira aplicação, ou três meses após a segunda aplicação na mesma camada, em novembro (6), totalizando, aproximadamente, 210 dias experimentais

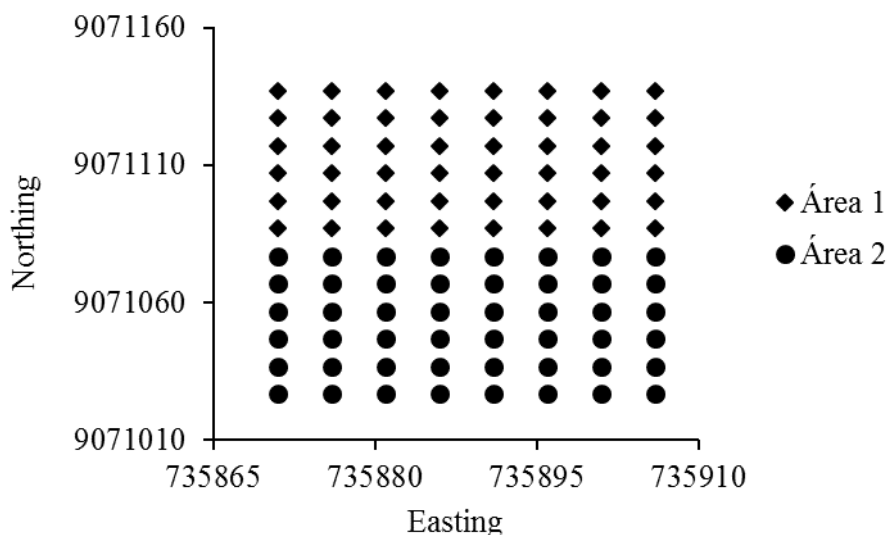


Figura 2. Localização geográfica, em coordenadas UTM, das áreas experimentais 1 e 2 (A1=com nim e A2=sem nim), ambas Neossolo Regolítico, cultivadas com goiabeiras no Semiárido Pernambucano (Pesqueira, Brasil).

O solo das áreas experimentais foi classificado como Neossolo Regolítico (CORRÊA; RIBEIRO, 2001), com teores médios de 757,6458 g kg⁻¹, 163,1375 g kg⁻¹ e 79,2167 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente, para a A1; e 745,0000 g kg⁻¹, 175,1250 g kg⁻¹ e 79,8750 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente, para a A2. A caracterização química, em valores médios, das amostras de solo e da torta de nim aplicada encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo de ambas as áreas experimentais durante o início do experimento e da torta de nim aplicada ao solo.

Atributo	Solo		Atributo	Nim
	A1	A2		
K ⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,9829	1,0074	K ⁺ (g kg ⁻¹)	14,3357
Na ⁺ (cmol _c L ⁻¹)	4,0051	3,6232	Na ⁺ (g kg ⁻¹)	0,5699
Mg ²⁺ (cmol _c L ⁻¹)	1,8455	1,8365	Mg ²⁺ (g kg ⁻¹)	1,1448
Ca ²⁺ (cmol _c L ⁻¹)	2,9078	1,7497	Ca ²⁺ (g kg ⁻¹)	0,9669
CO (dag kg ⁻¹)	0,4580	0,3851	-	-
NT (g kg ⁻¹)	0,6139	0,5653	NT (g kg ⁻¹)	28,2100
pH	7,2158	7,1620	-	-

K – Potássio; Na – Sódio; Mg – Magnésio; Ca – Cálcio; CO – Carbono orgânico; NT – Nitrogênio total; A1 – Área 1; A2 – Área 2.

Incorporação da torta de nim

A incorporação da torta de nim ao solo, realizada na A1 (Fig. 2), foi efetuada aplicando-se 1 kg de torta de nim por planta, conforme indicação do distribuidor, seguindo uma circunferência sob a projeção da copa das goiabeiras selecionadas, na camada de 0,20-0,40 m, totalizando 48 kg de torta de nim aplicados na área 1. As incorporações da torta de nim foram realizadas a cada três meses durante o período experimental, sendo a primeira em maio e a segunda em agosto de 2013.

Como o espaçamento entre goiabeiras e entre linhas não é regular, as goiabeiras selecionadas foram sempre duas após a anterior, totalizando 8 goiabeiras por linha. Para a seleção das linhas, optou-se por amostrar linhas intercaladas uma a uma, somando 6 linhas por área experimental. Portanto, em ambas as áreas, foram avaliadas 96 goiabeiras, sendo 48 em cada malha, com espaçamento médio de 10 x 10m.

Coleta das amostras

As amostras de solo foram coletadas, durante todas as épocas de amostragem e em ambas áreas (A1₀, A1₃, A1₆, A2₀, A2₃ e A2₆), nos respectivos pontos, para a realização de análises biológicas, físicas e químicas. Cada amostra deformada de solo consistiu em, aproximadamente, 2 kg de solo, as quais foram coletadas com auxílio de um escavador, acondicionadas em sacos plásticos e devidamente etiquetadas. As amostras indeformadas foram coletadas com auxílio de Amostrador modificado de Uhland.

Nas segunda e terceira etapas, além das amostras de solo, foi realizada a biometria das goiabeiras, através de medições do diâmetro do tronco a 25 cm acima do nível do solo (coincidindo com a altura máxima da primeira bifurcação do tronco das goiabeiras), utilizando-se um paquímetro.

As análises biológicas consistiram das densidades populacionais de nematoides e evolução C-CO₂ do solo. As análises físicas compreenderam umidade do solo, densidade do solo, porosidade e granulometria. As análises químicas fundamentaram-se na determinação dos teores de nitrogênio total e carbono orgânico total do solo, pH do solo em água e condutividade elétrica do extrato de saturação.

Identificação de nematoides

As amostras para identificação de nematoides foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados, encaminhadas ao Laboratório de Fitonematologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e processadas a partir de alíquotas de 300 cm³ de

solo pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964). Durante o período experimental, foram coletadas 288 amostras de solo. As suspensões de nematoides obtidas foram mantidas sob refrigeração (4-6 °C), realizando-se a identificação genérica e contagem dos espécimes em lâminas de Peters, sob microscópio óptico, em duas repetições, sendo os resultados computados em número de espécimens por 300 cm³ de solo. Os nematoides foram classificados de acordo com o hábito alimentar em cinco grupos tróficos (bacteriófagos, micófagos, onívoros, predadores e parasitos de planta), baseando-se na morfologia do estoma e do esôfago, de acordo com Yeates et al. (1993). Fitoparasitas foram identificados a nível de gênero, família ou ordem de acordo com May et al. (1996). A estrutura da comunidade de nematoides foi descrita pelos grupos tróficos e as razões micófagos/bacteriófagos (M/B) (GOMES; HUANG; CARES, 2003).

Adicionalmente, utilizou-se a classificação dos nematoides em estrategistas-r e -K, conforme sugerido por Bongers (1990), para avaliar a qualidade ambiental por meio da presença e/ou ausência de determinadas *taxa* de nematoides. Alguns gêneros pertencentes à escala de classificação e a descrição de cada classe proposta por Bongers (1990) encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição, distribuição e características de nematoides de acordo com o correspondente grupo cp (adaptado de BONGERS, 1990).

cp	Descrição	Exemplos
1	Curto tempo de geração, ovos pequenos, alta fecundidade, formam <i>dauerlarvae</i> e são tolerantes a distúrbios. Principalmente bacteriófagos	<i>Diplogaster</i> , <i>Monhystera</i> , <i>Panagrolaimus</i> , <i>Mesorhabditis</i> ...
2	Maior tempo de geração e menos fecundidade que o grupo cp1, muito tolerantes a condições adversas e podem se tornar criptobióticos, principalmente bacteriófagos e micófagos	<i>Cruznema</i> , <i>Psilenchus</i> , <i>Aphelenchus</i> <i>Acrobeles</i> , <i>Anguinadae</i> ...
3	Maior tempo de geração e maior sensibilidade a condições adversas que o grupo cp2. Micófagos, bacteriófagos e predadores	<i>Hoplolaimus</i> , <i>Meloidogyne</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Rotylenchulus</i> , <i>Criconemella</i> ...
4	Tempo de geração maior, menor fecundidade e maior sensibilidade a distúrbios. Além de outras funções tróficas, espécies de pequenos onívoros	<i>Alaimus</i> , <i>Doryllium</i> , <i>Trichodorus</i> , <i>Allodorylaimus</i> , <i>Thornia</i> , <i>Mononchus</i> ...
5	Maior tempo de geração, maior tamanho corporal, menor fecundidade e maior sensibilidade a distúrbios entre todos os grupos. Predominantemente predadores e onívoros	<i>Xiphinema</i> , <i>Discolaimus</i> , <i>Prodorylaimus</i> , <i>Laimydorus</i> , <i>Longidorus</i> , <i>Nygolaimus</i> ...

Análises Físicas

As amostras de solo para realização das análises físicas foram encaminhadas para o Laboratório de Mecânica dos Solos e Resíduos/UFRPE. Posteriormente, as amostras foram

preparadas e pesadas para obtenção da massa úmida (g) e depois levadas à estufa a 105 °C por 24 h para obtenção da massa seca (g); a umidade (g g^{-1}) foi calculada pelo método gravimétrico, dividindo-se a massa de água pela massa seca do solo. A densidade do solo (g cm^{-3}) foi determinada pelo método do anel volumétrico. A densidade de partículas (g cm^{-3}), obtida pelo método do balão volumétrico, e a porosidade total (%) do solo foi calculada pela razão entre densidade do solo e a densidade de partículas. As classes texturais foram determinadas pelo método do densímetro de Boyoucos, logo após a dispersão das amostras em solução de hexametáfosfato de sódio e carbonato de sódio em água e posterior separação das diferentes classes granulométricas. Todas as análises físicas foram realizadas de acordo com metodologias sugeridas pela EMBRAPA (2011).

Análises Químicas

Para a obtenção do extrato da pasta de saturação do solo, foram utilizados aproximadamente 400 g de TFSA, aos quais foi adicionada água destilada lentamente até a saturação da amostra; o ponto de saturação é identificado quando o solo apresenta aspecto brilhante, sem lâmina de água sobre a superfícies e, quando uma subamostra escorrega facilmente da extremidade da espátula. Após 16 horas com os recipientes fechados, as amostras foram transpostas para um conjunto composto por funil de buchner com filtro de papel no fundo e kitassato. Aplicou-se vácuo ao sistema funil-kitassato para que a solução do solo drenasse através do filtro de papel. Um recipiente foi colocado abaixo do kitassato para armazenar a solução extraída (RICHARDS, 1954). A condutividade elétrica foi medida utilizando um condutivímetro previamente calibrado (RICHARDS, 1954), a partir do extrato de saturação obtido na descrição acima.

O teor de carbono orgânico total do solo foi determinado pelo método descrito em Yeomans e Bremner (1988), enquanto que as leituras do potencial hidrogeniônico (pH) do solo em água (1:2,5) foram realizadas em pHmetro calibrado (EMBRAPA, 2011). Ainda segundo a EMBRAPA (2011), foram realizadas as digestões sulfúrica das amostras de solo (TFSA), com o objetivo de obter o teor de nitrogênio total do solo, utilizando o destilador tipo Kjeldahl.

Em cada ponto amostrado foram coletados, e armazenados em potes com tampas rosqueáveis, 100 g de amostras deformadas de solo para a realização da análise da atividade microbiana do solo. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Fitonematologia/UFRPE e mantidas sob refrigeração por no máximo 15 dias. A evolução C-CO₂ foi realizada de acordo com metodologia proposta por Grisi (1978).

Análises estatísticas dos dados

Os dados foram submetidos à análise de covariância (ANCOVA), utilizando o software SAS® Versão 9.2 (SAS INSTITUTE, 2008), além de cálculos de índices de correlação de Pearson a 5% e 1% de significância (HAIR et al., 2009).

Resultados e Discussão

Estrutura e composição das comunidades de nematoides

A diversidade e composição da comunidade de nematoides diferiram entre as épocas de amostragem. Foram identificados 32 *taxa* (uma ordem, sete famílias e 24 gêneros) comuns a ambas as áreas (Tabelas 3-5). Contudo, *Diplogaster*, *Allodorylaimus* e *Longidorus* foram encontrados apenas na A1, enquanto que *Alaimus*, *Dorylaimoides*, Nygolaimidae e *Hoplolaimus* apenas na A2. Corroborando o presente estudo, vários autores comprovaram o efeito de diferentes práticas agrícolas sobre a composição e estrutura da nematofauna, relatando, por exemplo, a presença de um específico *taxon* em apenas um dos diferentes cenários (ZHANG, S. et al., 2015; ZHANG, Z. et al., 2015; CARDOSO, 2014; OLIVEIRA, 2014; ITO et al., 2014; LI, X. et al., 2014; LI, Y. et al., 2014; XIAO et al., 2014).

No início do experimento, a densidade populacional dos parasitas de plantas já encontrava-se alta, em ambas as áreas, sendo encontrados 22.212 e 10.967 nematoides por cm³ de solo na A1₀ e A2₀, respectivamente (Tabela 3). A presença de ervas daninhas e/ou vegetação ruderal pode ter contribuído para altas população de fitoparasitos durante a primeira época de amostragem (SCHROEDER et al., 1993). Collange et al. (2011) cita que a retirada de ervas daninhas antes do plantio da cultura previne maiores infestações por fitonematoides.

Tabela 3. Abundância, média e dominância (%) dos grupos tróficos de nematoides associadas à goiabeira (*Psidium guajava*) antes da incorporação da torta de nim em Pesqueira, Semiárido de Pernambuco.

Grupo trófico/Taxa	Área 1 (com nim)			Área 2 (sem nim)		
	A	Média±DP	D (%)	A	Média±DP	D (%)
Bacteriófagos						
<i>Rhabditida</i>	2809	58,52±81,42	9,25	2608	55,49±121,12	13,84
<i>Cephalobidae</i>	1469	30,60±71,49	4,84	1013	21,55±50,86	5,38
<i>Prismatolaimus</i>	637	13,27±24,87	2,10	569	12,11±21,71	3,02
<i>Alaimus</i>	0	0,00±0,00	0,00	37	0,79±5,40	0,20
<i>Monhysteridae</i>	0	0,00±0,00	0,00	172	3,65±20,58	0,91
<i>Amphidelus</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
<i>Diplogaster</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Micófagos						
<i>Aphelenchus</i>	215	4,48±9,17	0,71	455	9,68±29,16	2,41
<i>Aphelenchoides</i>	525	10,93±23,79	1,73	547	11,64±33,90	2,90
<i>Anguinidae</i>	0	0,00±0,00	0,00	110	2,33±10,47	0,58
Onívoros						
<i>Dorylaimoides</i>	0	0,00±0,00	0,00	32	0,68±4,67	0,17
<i>Labronema</i>	152	3,16±9,20	0,50	285	6,05±15,14	1,51
<i>Thornia</i>	125	2,60±9,15	0,41	39	0,83±5,69	0,21
<i>Eudorylaimus</i>	51	1,06±5,18	0,17	167	3,54±12,01	0,88
<i>Laimydorus</i>	0	0,00±0,00	0,00	21	0,44±2,99	0,11
<i>Prodorylaimus</i>	42	0,88±4,32	0,14	0	0,00±0,00	0,00
<i>Actinolaimidae</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
<i>Allodorylaimus</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
<i>Dorylaimus</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Predadores						
<i>Mononchus</i>	587	12,22±25,90	1,93	462	9,82±22,30	2,45
<i>Discolaimus</i>	310	6,45±18,43	1,02	357	7,59±21,08	1,89
<i>Prionchulus</i>	700	14,58±48,60	2,30	219	4,66±14,50	1,16
<i>Seinura</i>	314	6,53±20,58	1,03	195	4,15±18,13	1,03
<i>Tripyla</i>	228	4,74±18,58	0,75	580	12,33±31,30	3,07
<i>Nygolaimidae</i>	0	0,00±0,00	0,00	18	0,38±2,63	0,10
Fitoparasitos						
<i>Meloidogyne</i>	2483	51,72±142,61	8,17	2528	53,79±83,82	13,41
<i>Rotylenchulus</i>	8938	186,20±366,93	29,42	1599	34,01±50,99	8,48
<i>Pratylenchus</i>	7062	147,11±138,94	23,25	1765	37,55±46,98	9,37
<i>Helicotylenchus</i>	709	14,77±60,33	2,33	96	2,03±9,54	0,51
<i>Trichodorus</i>	313	6,52±14,68	1,03	1090	23,18±52,28	5,78
<i>Paratrichodorus</i>	83	1,72±5,89	0,27	633	13,47±23,00	3,36
<i>Xiphinema</i>	0	0,00±0,00	0,00	31	0,66±4,52	0,16
<i>Criconematidae</i>	2009	41,85±64,81	6,61	2639	56,15±96,77	14,00
<i>Hemicycliophora</i>	238	4,96±34,35	0,78	18	0,37±2,55	0,09
<i>Tylenchidae</i>	232	4,83±14,83	0,76	146	3,11±15,47	0,77

<i>Tylenchulus</i>	67	1,39±5,53	0,22	392	8,34±43,62	2,08
<i>Longidorus</i>	70	1,45±7,69	0,23	0	0,00±0,00	0,00
Belonolaimidae	14	0,29±2,02	0,05	0	0,00±0,00	0,00
<i>Hoplolaimus</i>	0	0,00±0,00	0,00	30	0,63±3,01	0,16
Nematoides totais	30376	632,83±818,56		18847	400,99±276,73	
M/B		0,15±0,21			0,25±0,31	

A (abundância) – Soma do número de nematoides em 48 amostras por *taxa* em 300 cm³ de solo; Média±DP – Média e desvio padrão de nematoides por 300 cm³ de solo; D (%) – Dominância de cada *taxon* expresso em porcentagem; M/B – Relação média entre micófagos e bacteriófagos.

Tabela 4. Abundância, média e dominância (%) das comunidades de nematoides associados à goiabeira (*Psidium guajava* L.) três meses após a incorporação da torta de nim na A1 em Pesqueira, Semiárido de Pernambuco.

Grupo trófico/ <i>Taxa</i>	Área 1 (com nim)			Área 2 (sem nim)		
	A	Média±DP	D (%)	A	Média±DP	D (%)
Bacteriófagos						
Rhabditida	4384	91,32±87,45	12,09	3583	74,65±105,91	12,55
Cephalobidae	2502	52,11±78,59	6,90	827	117,23±78,70	2,90
<i>Prismatolaimus</i>	1331	27,73±35,45	3,67	900	18,75±29,29	3,15
<i>Alaimus</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Monhysteridae	399	8,30±23,09	1,10	1371	28,56±37,37	4,80
<i>Amphidelus</i>	42	0,88±4,24	0,12	55	1,15±5,76	0,19
<i>Diplogaster</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Micófagos						
<i>Aphelenchus</i>	487	10,15±21,18	1,34	315	6,56±13,36	1,10
<i>Aphelenchoides</i>	202	4,20±12,94	0,56	495	10,30±54,32	1,73
Anguinidae	681	14,18±23,69	1,88	199	4,15±8,57	0,70
Onívoros						
<i>Dorylaimoides</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
<i>Labronema</i>	955	19,89±26,35	2,63	1048	21,82±29,75	3,67
<i>Thornia</i>	95	1,97±6,05	0,26	0	0,00±0,00	0,00
<i>Eudorylaimus</i>	1797	37,44±57,57	4,95	1741	36,27±72,55	6,10
<i>Laimydorus</i>	18	0,36±2,53	0,05	0	0,00±0,00	0,00
<i>Prodorylaimus</i>	19	0,40±2,74	0,05	20	0,41±2,81	0,07
Actinolaimidae	105	2,18±9,53	0,29	32	0,67±3,23	0,11
<i>Allodorylaimus</i>	16	0,32±2,24	0,04	0	0,00±0,00	0,00
<i>Dorylaimus</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Predadores						
<i>Mononchus</i>	506	10,53±22,77	1,39	150	3,13±9,70	0,53
<i>Discolaimus</i>	35	0,73±5,05	0,10	70	1,46±6,03	0,24
<i>Prionchulus</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
<i>Seinura</i>	17	0,35±2,45	0,05	18	0,38±2,60	0,06
<i>Tripyla</i>	52	1,08±7,51	0,14	78	1,63±11,26	0,27
Nygolaimidae	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Fitoparasitos						

<i>Meloidogyne</i>	4187	87,23±272,17	11,54	3553	74,01±119,31	12,44
<i>Rotylenchulus</i>	5022	104,63±148,19	13,85	2757	57,43±74,34	9,66
<i>Pratylenchus</i>	7852	163,58±246,18	21,65	4335	90,31±116,97	15,18
<i>Helicotylenchus</i>	249	5,18±22,58	0,69	250	5,20±16,75	0,87
<i>Trichodorus</i>	540	11,24±24,70	1,49	852	17,74±32,83	2,98
<i>Paratrichodorus</i>	144	3,00±9,14	0,40	115	2,40±6,45	0,40
<i>Xiphinema</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Criconematidae	4292	89,42±201,09	11,83	4841	100,84±128,49	16,95
<i>Hemicycliophora</i>	36	0,74±3,58	0,10	0	0,00±0,00	0,00
Tylenchidae	313	6,52±13,99	0,86	210	4,36±9,96	0,73
<i>Tylenchulus</i>	0	0,00±0,00	0,00	36	0,75±5,20	0,13
<i>Longidorus</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Belonolaimidae	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
<i>Hoplolaimus</i>	0	0,00±0,00	0,00	703	14,65±101,47	2,46
Nematoides totais	36271	755,65±729,75		28550	594,78±362,06	
M/B		0,16±0,24			0,15±0,40	

A (abundância) – Soma do número de nematoides em 48 amostras por *taxa* em 300 cm³ de solo; Média±DP – Média e desvio padrão de nematoides por 300 cm³ de solo; D (%) – Dominância de cada *taxon* expresso em porcentagem; M/B – Relação média entre micófagos e bacteriófagos.

Tabela 5. Abundância, média e dominância (%) das comunidades de nematoides associados à goiabeira (*Psidium guajava* L.) seis meses após a incorporação da torta de nim na A1 em Pesqueira, Semiárido de Pernambuco.

Grupo trófico/ <i>Taxa</i>	Área 1 (com nim)			Área 2 (sem nim)		
	A	Média±DP	D (%)	A	Média±DP	D (%)
Bacteriófagos						
Rhabditida	10870	226,46±248,99	18,88	7257	151,18±209,88	13,03
Cephalobidae	4676	97,42±211,43	8,12	1902	39,63±153,05	3,16
<i>Prismatolaimus</i>	940	19,57±31,60	1,63	815	16,97±31,97	1,43
<i>Alaimus</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Monhysteridae	213	4,43±12,72	0,37	725	15,09±28,18	1,27
<i>Amphidelus</i>	27	0,55±2,68	0,05	132	2,75±8,25	0,23
<i>Diplogaster</i>	10	0,20±1,37	0,02	0	0,00±0,00	0,00
Micófagos						
<i>Aphelenchus</i>	491	10,23±22,00	0,85	780	16,25±34,24	1,39
<i>Aphelenchoides</i>	276	5,74±10,71	0,48	329	6,84±15,11	0,58
Anguinidae	531	11,06±16,38	0,92	478	9,96±20,86	0,84
Onívoros						
<i>Dorylaimoides</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
<i>Labronema</i>	1096	22,83±33,51	1,90	1192	24,83±37,14	2,09
<i>Thornia</i>	41	0,84±5,85	0,07	0	0,00±0,00	0,00
<i>Eudorylaimus</i>	1434	29,88±35,52	2,49	1314	27,38±28,42	2,31
<i>Laimydorus</i>	0	0,00±0,00	0,00	20	0,42±2,89	0,04
<i>Prodorylaimus</i>	249	5,19±14,76	0,43	144	3,00±9,38	0,25
Actinolaimidae	25	0,51±2,54	0,04	92	1,92±7,29	0,16

<i>Allodorylaimus</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
<i>Dorylaimus</i>	39	0,80±3,90	0,07	25	0,51±3,54	0,04
Predadores						
<i>Mononchus</i>	434	9,04±28,35	0,75	76	1,57±5,31	0,13
<i>Discolaimus</i>	36	0,74±3,59	0,06	15	0,30±2,09	0,02
<i>Prionchulus</i>	0	0,00±0,00	0,00	23	0,48±3,32	0,04
<i>Seinura</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
<i>Tripyla</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Nygolaimidae	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Fitoparasitos						
<i>Meloidogyne</i>	5312	110,66±223,93	9,22	9710	202,28±276,23	17,02
<i>Rotylenchulus</i>	9315	194,06±306,63	16,18	9247	192,64±276,23	16,24
<i>Pratylenchus</i>	16985	353,84±545,03	29,49	13305	277,18±407,84	23,34
<i>Helicotylenchus</i>	118	2,46±10,98	0,20	744	15,49±66,49	1,31
<i>Trichodorus</i>	189	3,94±11,48	0,33	795	16,56±24,66	1,50
<i>Paratrichodorus</i>	291	6,18±16,95	0,50	561	11,68±27,38	0,98
<i>Xiphinema</i>	92	1,92±5,16	0,16	167	3,47±10,20	0,24
Criconematidae	2895	60,30±145,15	5,03	5663	120,49±204,05	10,01
<i>Hemicycliophora</i>	314	6,53±45,25	0,54	0	0,00±0,00	0,00
Tylenchidae	632	13,17±19,34	1,10	512	10,66±13,61	0,90
<i>Tylenchulus</i>	47	0,98±5,06	0,08	0	0,00±0,00	0,00
<i>Longidorus</i>	0	0,00±0,00	0,00	0	0,00±0,00	0,00
Belonolaimidae	14	0,28±1,95	0,02	15	0,31±2,17	0,03
<i>Hoplolaimus</i>	0	0,00±0,00	0,00	820	17,08±118,36	1,44
Nematoides totais	57585	1199,68±1088,68		56851	1184,40±1165,15	
M/B		0,08±0,09			0,15±0,16	

A (abundância) – Soma do número de nematoides em 48 amostras por *taxa* em 300 cm³ de solo; Média±DP – Média e desvio padrão de nematoides por 300 cm³ de solo; D (%) – Dominância de cada *taxon* expresso em porcentagem; M/B – Relação média entre micófagos e bacteriófagos.

Os nematoides parasitas de planta foram o grupo trófico dominante independentemente da época de amostragem e da área experimental, porém o comportamento foi inverso em relação às amostragens numa mesma área. As dominâncias dos fitoparasitos foram 73,12%, 62,38% e 62,85% nas A1₀, A1₃ e A1₆, respectivamente; enquanto que, na A2, foram iguais a 58,17%, 61,80% e 73,02% nas A2₀, A2₃ e A2₆, respectivamente (Tabelas 3-5). Esse resultado indica que a incorporação da torta de nim favoreceu o aumento nas densidades populacionais de nematoides de vida livre, principalmente bacteriófagos, assim como observado em estudos com incorporação de nim (OLIVEIRA, 2014; STIRLING, 2005) ou adição de outra matéria orgânica ao solo (JIANG et al., 2013; ALMEIDA et al., 2012; FERRIS; SÁNCHEZ-MORENO; BRENNAN, 2012; BRIAR et al., 2011; GRUVER et al., 2010; FERRIS et al., 2004). Corroborando este resultado, onde os nematoides bacteriófagos

foram 3,41 e 2,46 vezes mais abundantes ao final, quando comparado ao início, do experimento nas A1 e A2, respectivamente (Tabelas 3 e 5).

Comparando-se a abundância dos nematoides parasitas de plantas entre as épocas de amostragem, verifica-se, três e seis meses após a incorporação da torta de nim, aumento populacional de 2 e 63%, respectivamente, na A1; ao passo que na A2, os fitoparasitas apresentaram aumento da ordem 61% e 279%, durante as respectivas épocas de amostragem (Tabelas 3-5).

Estudos sobre o efeito supressivo de extratos de nim (óleo, torta, folhas frescas, dentre outros) sobre nematoides parasitas de plantas, principalmente o gênero *Meloidogyne*, relatam resultados divergentes: efeito significativamente supressivo sob ambiente protegido (MOOSAVI, 2012; RIZVI et al., 2012; GRAVANIS et al., 2011; HUSSAIN; MUKHTAR; KAYANI, 2011; OKA et al., 2007); diminuição significativa de diferentes taxa (KHAN et al., 2012), aumento na população de espécies de *Meloidogyne* (ALMEIDA et al., 2012) ou efeito não significativo na redução dos principais gêneros de fitoparasitos, *Meloidogyne* e *Pratylenchus* (OLIVEIRA, 2014), em condições de campo.

As diferenças encontradas nos resultados dos estudos citados podem ser devido às condições do experimento. Em ambiente protegido, a torta de nim é aplicada em um ambiente com fronteiras definidas (pote) e os produtos da decomposição do nim não são perdidos por lixiviação profunda. Contrariamente, em experimentos a nível de campo, a torta de nim está sujeita a fatores externos (temperatura do ar, regime pluviométrico, transporte hídrico) que podem acelerar a decomposição da matéria orgânica ou dispersar os subprodutos para longe do local aplicado, diminuindo a ação supressiva do nim sobre os nematoides parasitos de planta.

Adicionalmente, Collange et al. (2011) relatam outros fatores que podem explicar o aumento de fitoparasitos após a aplicação de matéria orgânica ao solo: i) dose de matéria orgânica incorporada, ii) número de aplicações, iii) características químicas do composto orgânico, iv) nível de infestação do solo e v) estrutura da comunidade de nematoides.

A abundância de predadores variou de 2.139 e 1.831 nematoides por cm³ de solo nas A1 e A2, respectivamente, durante a primeira época de amostragem, a 470 e 114 nematoides por cm³ de solo, nas mesmas áreas, ao final do experimento (Tabelas 3-5). A diversidade de espécies vegetais pode aumentar significativamente a densidade populacional de nematoides predadores, sugerindo um aumento na complexidade das cadeias alimentares do solo (EISENHAUER et al., 2011); contrariamente, em pomares não consorciados, onde se cultiva apenas uma cultura, há quase nenhuma diversidade de espécies vegetais, favorecendo a

diminuição de tal grupo trófico de nematoides. Comportamento que corrobora o do presente trabalho, onde observou-se diminuição das comunidades de nematoides predadores nas duas áreas ao longo do tempo.

Comparando-se as A1 e A2 ao longo do tempo, percebe-se a diminuição da abundância de *Mononchus* e *Discolaimus* em ambas as áreas, porém menos acentuada na A1; ausência dos gêneros *Alaimus*, *Thornia* e da família Nygolaimidae na A2 nas duas últimas épocas de amostragem; presença dos gêneros *Laimydorus* e *Allodorylaimus* e aumento da densidade populacional do gênero *Prodorylaimus* na A1 (Tabelas 3-5). Esses resultados indicam que a cadeia alimentar do solo estava sob maior influência de distúrbios externos na A2, em comparação com a A1.

Conforme descrição presente na Tabela 2, a presença das famílias Discolaimidae (*Discolaimus*), Thornenematidae (*Laimydorus* e *Prodorylaimus*) e Qudsianematidae (*Allodorylaimus*) é indicativo de ambientes com comunidades de nematoides mais estruturadas (FERRIS; BONGERS; de GOEDE, 2001), pois a ausência dessas famílias é resultado da degradação, poluição ou cultivo intensivo de determinada área (BONGERS, 1999). Oliveira (2014) observaram resultados similares um mês após a aplicação da torta de nim em Neossolo Regolítico cultivado com pimenteiros no Semiárido Pernambucano, sugerindo que a aplicação da torta de nim melhora a estabilidade ambiental de áreas agrícolas.

Ferris e Matute (2003) especificaram que para proporcionar um ecossistema terrestre saudável com adequada fertilidade do solo, os nematoides oportunistas de enriquecimento (bacteriófagos do grupo cp1) devem ser mantidos com altas densidades populacionais. Como observado no presente trabalho (Tabelas 2-4) em ambas as áreas as abundâncias de bacteriófagos foram altas ao final do experimento, sugerindo rápida ciclagem de nutrientes devido à dominância de bactérias no solo, a qual é associada a altas produtividades agrícolas (DuPONT; FERRIS; HORN, 2009).

Via de decomposição da matéria orgânica do solo

A relação micófagos/bacteriófagos (M/B) caracteriza as vias de decomposição da matéria orgânica, podendo ser bacteriana ou fúngica (SOHLENIUS; SANDOR, 1987), as quais são rápidas e lentas, respectivamente (LILIANA, 2003). A razão possui valores variando de 0 a 1, onde valores mais próximos da nulidade indicam maior presença de bactérias, enquanto que valores próximos da unidade indicam maior presença de fungos. Os valores médios de M/B foram iguais a 0,15, 0,16 e 0,08 para A1₀, A1₃ e A1₆,

respectivamente; e 0,25, 0,15 e 0,15 para A2₀, A2₃ e A2₆, respectivamente (Tabelas 2-4). A diminuição acentuada da M/B na A1 é explicada ao drástico aumento da abundância de bacteriófagos (Tabelas 2-4). Resultados similares foram encontrados por Oliveira (2014).

O local de aplicação da matéria orgânica possui influência no crescimento de microrganismos. Segundo Holland e Coleman (1987 *apud* MOORE; RUITER, 2012; FU et al., 2000), compostos orgânicos incorporados em profundidade ao solo favorecem o crescimento de bactérias, com conseqüente aumento na densidade populacional de bacteriófagos; contrariamente, matéria orgânica deixada na superfície do solo favorece o crescimento de fungos e nematoides micófagos (FU et al., 2000), corroborando dados do presente trabalho.

Correlações entre nematofauna associada à goiabeira, atributos do solo e diâmetro do tronco

Dentre os atributos estudados, carbono orgânico, nitrogênio total e diâmetro do tronco obtiveram o maior número de correlações (13 positivas e uma negativa) com os diferentes grupos taxonômicos de nematoides, sendo a maior delas entre carbono orgânico e nematoides de vida livre ($r = 0,40$, $p < 0,01$) (Tabela 6). Outros pesquisadores encontraram correlações positivas entre carbono orgânico e nitrogênio total e diferentes grupos tróficos de nematoides do solo (HODSON et al., 2014; OLIVEIRA, 2014; STHANU et al., 2013; VIKETOFT, 2013; van EEKEREN et al., 2010; GARCÍA-RUIZ et al., 2009; WANG; McSORLEY; GALLAHER, 2004).

De Vries et al. (2012) observaram correlações positivas entre carbono orgânico e microrganismos (bactérias e fungos) em solos cultivado com trigo em condição de seca, podendo explicar os resultados encontrados no presente estudo. Adicionalmente, entradas externas de matéria orgânica no sistema edáfico aumentam a disponibilidade de energia para microrganismos do solo, aumentando a atividade microbiana e abundância de nematoides bacteriófagos e onívoros (GARCÍA-RUIZ et al., 2009).

Oliveira et al. (2005) cita que a adição de matéria orgânica ao solo beneficia nematoides bacteriófagos, micófagos e predadores, além de inimigos naturais dos nematoides parasitos de planta. Os resultados encontrados discordam dessa assertiva em relação aos nematoides predadores e parasitas de plantas, visto que foram encontradas correlações negativas entre carbono orgânico e nitrogênio total e predadores ($r = -0,16$ e $r = -0,25$, $p < 0,01$, respectivamente) e positivas entre os referidos nutrientes e fitoparasitos ($r = 0,24$ e $r = 0,21$, $p < 0,01$, respectivamente) (Tabela 6).

As correlações positivas entre bacteriófagos, especialmente Rhabditida e Cephalobidae, e nitrogênio total (Tabela 6) reforça o papel de nematoides bacteriófagos na mineralização do nitrogênio (FREITAS et al., 2009; NEHER, 2001; FERRIS; VENETTE; LAU, 1997).

Contudo, as correlações negativas encontradas para nematoides predadores e teores de nitrogênio total do solo (Tabela 6), corroboram resultados de Azpilicueta et al. (2014), os quais observaram correlação inversa entre nematoides predadores e teores de nitrogênio em Planossolo cultivado com macieiras em clima árido; Matos et al. (2011), os quais observaram correlações negativas entre o teor de matéria orgânica do solo e nematoides predadores do gênero *Mononchus* em área cultivada com cana-de-açúcar; e Liang et al. (2009), os quais observaram menores densidades populacionais de predadores cp2 (*Seinura*) em Cambissolo cultivado com milho. Tenuta e Ferris (2004) sugerem que nematoides dos grupos cp4 e cp5 (onívoros e predadores) são mais sensíveis a incrementos no teor de nitrogênio total que nematoides de grupos inferiores.

O diâmetro do tronco apresentou o mesmo comportamento que carbono orgânico e nitrogênio total, com correlação significativa negativa com predadores ($r = -0,30$, $p < 0,01$) e positiva com os outros grupos taxonômicos de nematoides (Tabela 6). Matos et al. (2012), apesar de observar menores produtividades, não encontraram relação significativa entre o diâmetro do tronco de meloeiros e as populações de *Meloidogyne* e *Rotylenchulus*.

O parasitismo, principalmente de *Rotylenchulus* spp. e *Meloidogyne* spp., pode influenciar a microbiota presente na rizosfera, aumentando a disponibilidade de recursos e, conseqüentemente, de nematoides bacteriófagos em determinada área com maior infestação de fitoparasitas (MIRANDA et al., 2012; TORRES et al., 2006). A decomposição da torta de nim possivelmente favoreceu melhor nutrição das goiabeiras, tornando as plantas resistentes ao ataque de fitoparasitas (MATOS et al., 2012), possibilitando o desenvolvimento da cultura mesmo com altas densidades de *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus* e Criconematidae (Tabelas 2-4).

A evolução C-CO₂ apresentou correlações significativas positivas com Cephalobidae ($r = 0,15$, $p < 0,05$), bacteriófagos ($r = 0,14$, $p < 0,05$), micófagos ($r = 0,16$, $p < 0,01$), nematoides de vida livre ($r = 0,18$, $p < 0,01$) e nematoides totais ($r = 0,14$, $p < 0,05$) (Tabela 6), indicando maior abundância desses nematoides em regiões com maior atividade microbiana. Vonk e Mulder (2013) observaram correlação positiva entre evolução C-CO₂ e a abundância total de nematoides. Gruver et al. (2010) cita que o aumento na atividade microbiana é resultado da

adição de matéria orgânica ao solo, contribuindo para maior proliferação de bactérias e fungos, os quais são alimento para os grupos tróficos referidos.

Observaram-se correlações negativas entre pH e *Prismatolaimus*, *Eudorylaimus* e onívoros ($r = -0,12$, $p < 0,05$) (Tabela 6), resultados que corroboram outros estudos (MATUTE, 2013; STHANU et al., 2013; VONK; MULDER, 2013; VONK; BREURE; MULDER, 2013; LIANG et al., 2009). O pH é considerado um dos principais parâmetros químicos e controla a distribuição e atividade biológica do solo, influenciando a estrutura e composição das comunidades microbianas e interações animais-microrganismos (KILLHAM, 1994). Rousk, Brookes e Bááth (2009) avaliaram o efeito do pH no crescimento de bactérias e fungos, observando correlações negativas entre as primeiras e o pH do solo, o que explica a correlação negativa encontrada para o gênero *Prismatolaimus* (bacteriófago) e este atributo químico do solo.

Melakeberhan (2004) cita que os nematoides parasitos de planta são adaptados há uma grande variação de pH do solo. Contudo, Wang, Bruening e Williamson (2009) observaram preferência dos nematoides das galhas (*M. javanica*, *M. incognita* e *M. hapla*) por pH entre 4,5 e 5,4, corroborando resultados do presente trabalho, onde não foram observadas correlações significativas entre pH e Fitoparasitas, pois o pH em ambas as áreas foi maior que 5,4 (dados não mostrados).

Dentre os atributos físicos do solo, apenas densidade, porosidade total e condutividade elétrica correlacionaram-se significativamente com os grupos tróficos de nematoides (Tabela 6), ocorrendo comportamento inverso entre a densidade e a porosidade total do solo. A umidade, densidade e porosidade do solo contribuem para variações na estrutura e modificam a dinâmica e a distribuição dos nematoides (BRIAR et al., 2011; TONG; XIAO; WANG, 2010; MONFORT et al., 2007).

Os nematoides de vida livre são negativamente influenciados por aumento da densidade e diminuição da porosidade do solo (BOUWMAN; ARTS, 2000; de GOEDE; BONGERS, 1994) pois eles se movimentam livremente entre as partículas do solo (Oliveira, 2014; Sthanu et al., 2013; Cardoso et al., 2012; van Eekeren et al., 2010). Cardoso et al. (2012) atribuíram a dependência de espaços porosos por nematoides fitoparasitos ao fato das trocas gasosas acontecerem via cutícula, necessitando de maior porosidade do solo.

Tabela 6. Matriz de correlação de Pearson entre a nematofauna associada à goiabeira (*Psidium guajava*) e atributos edáficos e de crescimento da cultura em Neossolo Regolítico no Semiárido Pernambucano.

	DENS	PORO	CE	RESP	CO	NT	pH	DIAM	Areia	AF	Silt	Arg
Rhab	-0,15*	0,13*	0,26**		0,33**	0,31**		0,26**				
Ceph	-0,19**	0,20**	0,20**	0,15*	0,25**	0,21**				-0,15*		
Melo						0,13*		0,14*				
Roty		0,12*			0,17**						0,14*	
Praty	-0,20**	0,24**	0,16**		0,30**	0,25**		0,24**				
Cric								0,14*		0,16**		
Prisma							-0,12*		0,13*			-0,13*
Eudory	-0,28**	0,29**			0,25**	0,27**	-0,12*	0,29**				
ENDO	-0,19**	0,22*	0,16**		0,26**	0,24**		0,24**				
ECTO	-0,12*	0,14*			0,16**	0,12*		0,13*		0,14*		
PP	-0,18**	0,21**	0,14*		0,24**	0,21**		0,21**		0,12*		
BACT	-0,23**	0,22**	0,28**	0,14*	0,38**	0,36**		0,27**				
MICO				0,16**	0,18**	0,19**		0,12*				
PRED			-0,14*		-0,16**	-0,25**		-0,30**				
ONI	-0,32**	0,34**			0,33**	0,35**	-0,12*	0,38**				
VL	-0,26**	0,26**	0,23**	0,18**	0,40**	0,37**		0,27**				
Total	-0,23**	0,26**	0,19**	0,14*	0,33**	0,29**		0,27**				

Rhab – Rhabditida; Ceph – Cephalobidae; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Cric – Criconematidae; Prisma – *Prismatolaimus*; Eudory – *Eudorylaimus*; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de plantas; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófitos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Nematoides de vida livre; DENS – Densidade do solo (g cm^{-3}); PORO – Porosidade total do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m^{-1}); RESP – Evolução C-CO₂; CO – Carbono orgânico (dag kg^{-1}); NT – Nitrogênio total (g kg^{-1}); pH – Potencial hidrogeniônico; Areia (g kg^{-1}); AF – Areia fina (g kg^{-1}); Silt – Silte (g kg^{-1}); Arg – Argila (g kg^{-1}); * – significativo a 5%; ** – significativo a 1%.

Apesar da umidade do solo não ter se correlacionado significativamente com qualquer *taxon* de nematoide (Tabela 6), sabe-se que estes dependem do filme de água adsorvido às partículas primárias do solo para se locomover, alimentar e realizar trocas gasosas via cutícula (KEITH et al., 2009). Contudo, cada *taxon* responde diferentemente ao conteúdo de água no solo (SOHLENIUS, 1985). Correlações significativas (positivas ou negativas) entre umidade do solo e diferentes *taxa* de nematoides foram observadas por outros autores (OLIVEIRA, 2014; CARDOSO et al., 2012; MIRANDA et al., 2012; RUAN et al., 2012; RODRIGUES et al., 2011).

Cardoso et al. (2012) observaram correlações positiva e negativa entre *Mononchus* e umidade do solo, em área cultivada intensamente com cana-de-açúcar e em remanescente de Mata Atlântica, respectivamente; e negativas entre *Hemicycliophora* e *Tyldorus*. Os autores citam que a correlação positiva entre *Mononchus* e a umidade do solo deve-se a necessidade desse gênero predador em se locomover a procura de presas; porém, sob Mata Atlântica, houve maior competição entre os nematoides dos diferentes grupos tróficos, explicando as correlações negativas.

A condutividade elétrica é um parâmetro quantitativo dos sais solúveis (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) presentes na solução do solo, sendo os últimos considerados parâmetros qualitativos da salinidade do solo (OLIVEIRA, 2014). Wright (1983) afirma que a cutícula e órgãos sensoriais dos nematoides possuem sítios de permeabilidade seletiva a íons, principalmente Na^+ e Ca^{2+} . Essa assertiva pode explicar o comportamento de predadores, pois esse grupo trófico foi o único a apresentar correlação negativa ($r = -0,14$, $p < 0,05$) com a condutividade elétrica.

Correlações positivas entre condutividade elétrica e/ou sais solúveis e diferentes grupos tróficos de nematoides foram encontradas por outros autores (OLIVEIRA, 2014; MATOS et al., 2011; JIANG et al., 2007; PEN-MOURATOV; SHUKUROV; STEINBERGER, 2008, 2010; BARRETT et al., 2004). Contudo correlações negativas foram encontradas entre predadores e onívoros e íons Ca^{2+} (PEN-MOURATOV; SHUKUROV; STEINBERGER, 2008; SHUKUROV; PEN-MOURATOV; STEINBERGER, 2006), corroborando dados do presente estudo. Os resultados apresentados indicam que melhores respostas sobre a influência da condutividade elétrica e/ou sais solúveis podem ser observadas a nível de gênero (OLIVEIRA, 2014), visto que elevados teores de certos íons podem ser prejudiciais a determinado nematoide.

Dentre as partículas primárias do solo, a areia se correlacionou apenas com *Prismatolaimus* ($r = 0,14$, $p < 0,05$); não houve correlação significativa entre areia grossa e a nematofauna; areia fina se correlacionou positivamente com Criconematidae ($r = 0,16$, $p < 0,01$), ectoparasitos ($r = 0,14$, $p < 0,05$) e parasitos de planta ($r = 0,12$, $p < 0,05$) e negativamente com Cephalobidae ($r = -0,15$, $p < 0,05$); silte se correlacionou apenas com *Rotylenchulus* ($r = 0,14$, $p < 0,05$); e argila se correlacionou apenas com *Prismatolaimus* ($r = -0,13$, $p < 0,05$) (Tabela 6).

Observa-se então um comportamento inverso nas correlações entre a textura do solo e *Prismatolaimus*, onde maiores teores de areia e menores de argila favorecem o desenvolvimento desse bacteriófago, corroborando resultados de Hodson et al. (2014), os quais observaram correlação positiva entre bacteriófagos e o teor de areia e negativa com teor de argila. Um dos fatores para a preferência de certos nematoides por solos arenosos é a presença de cutícula anelada ou ornamentações na parte anterior do corpo, como é o caso de *Prismatolaimus* spp. (TAHSEEN; HUSSAIN; KHAN, 2007). Preferência de *Hemicycliophora* spp. (nematóide com cutícula anelada) por solos arenosos foi observada (CARDOSO et al., 2012; SGRIGNOLI et al., 2014), corroborando resultados do presente trabalho.

Em contrapartida, nematoides ectoparasitos, principalmente Criconematídeos e *Rotylenchulus*, correlacionaram-se positivamente com partículas mais finas (areia fina e silte). Baimey et al. (2009) observaram correlação positiva entre silte e nematoides ectoparasitos (*Helicotylenchus*). Os autores ainda citam que a influência da textura depende da espécie do nematóide. Mateille et al. (2014) observaram maiores presenças de *Meloidogyne*, *Pratylenchus* e *Tylenchorhynchus* em solos de textura arenosa.

Efeitos da aplicação de nim ao longo do tempo e número de aplicações

Por meio da covariância, percebem-se maiores valores nas densidades populacionais médias de nematoides bacteriófagos ($p < 0,05$), principalmente Rhabditídeos ($p < 0,01$) e Cephalobídeos ($p < 0,01$) na área com aplicação da torta de nim ao solo (Tabela 7). Resultado semelhante ao encontrado por Oliveira (2014) e Stirling (2005), aproximadamente, um mês após a incorporação de torta de nim.

As bactérias são os primeiros microrganismos a digerirem novo material orgânico (animal ou vegetal) adicionado ao solo (ESMAEILZADEH; AHANGAR, 2014). Grantina et al. (2011) observou aumento da ordem de 70% nas comunidades bacterianas em solos sob cultivo orgânico, quando comparados ao cultivo convencional e Gougoulas et al. (2010) observaram maior número de colônias de bactérias em solo de textura fina tratado com nim. O possível aumento da densidade populacional de bactérias devido à aplicação da torta de nim pode explicar o maior número médio de nematoides bacteriófagos na A1 três meses após a aplicação do condicionante orgânico.

Diferentes resultados podem ser observados após a incorporação de matéria orgânica de origens variadas. Após incorporação de leguminosas+centeio, mostarda e centeio em áreas cultivadas com brócolis, alface e espinafre, observou-se aumento na abundância de bacteriófagos e micófagos, não havendo diferenças significativas para os outros grupos tróficos (FERRIS; SÁNCHEZ-MORENO; BRENNAN, 2012). Enquanto que Gruver et al. (2010) observaram

aumento no número de bactérias e fungos em solos tratados com resíduos de rabanete e de colza/centeio, respectivamente.

Tabela 7. Variação das densidades populacionais de nematoides, em 300 cm³ de solo, e atributos físico-químicos associados a goiabeiras (*Psidium guajava*) cultivadas em Neossolo Regolítico no Semiárido Pernambucano, três meses após a primeira aplicação da torta de nim.

Tratamento	Rhab	Ceph	Melo	Roty	Praty	Crico	Prisma
com nim	91,32	52,11	87,23	104,62	163,58	89,42	27,73
sem nim	65,17	17,59	75,58	57,80	92,23	94,90	19,15
Pr > F	0,0049**	0,0002**	0,2247	0,3353	0,6054	0,4793	0,0506
Trat.	Eudory	ENDO	ECTO	PP	BACT	MICO	PRED
com nim	37,44	250,81	220,72	471,53	180,34	28,52	12,70
sem nim	35,76	167,82	195,78	363,59	131,83	21,46	6,72
Pr > F	0,4741	0,4686	0,6292	0,6608	0,0423*	0,0567	0,2288
Trat.	ONI	VL	Total	DENS	UMI	PORO	CE
com nim	62,55	284,11	755,64	1,69	0,07	0,37	1,27
sem nim	58,72	218,73	582,33	1,67	0,06	0,38	1,31
Pr > F	0,3032	0,1390	0,7960	0,2787	0,1374	0,2391	0,9579
Trat.	RESP	CO	NT	pH			
com nim	12,81	0,77	6,59	6,12			
sem nim	16,25	0,66	5,72	6,29			
Pr > F	0,0339*	0,0013**	0,0034**	0,1190			

Rhab – Rhabditida; Ceph – Cephalobidae; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Crico – Criconematidae; Prisma – *Prismatolaimus*; Eudory – *Eudorylaimus*; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófagos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Nematoides de vida livre; DENS – Densidade do solo (g cm⁻³); UMI – Umidade do solo (g g⁻¹); PORO – Porosidade total do solo (cm³ cm⁻³); CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m⁻¹); RESP – Evolução C-CO₂ (mg CO₂); CO – Carbono orgânico (dag kg⁻¹); NT – Nitrogênio total (g kg⁻¹); pH – Potencial hidrogeniônico; * – significativo a 5%; ** – significativo a 1%.

Apesar da evolução C-CO₂ ter aumentado nas duas áreas durante a segunda coleta (dados não mostrados), o aumento foi mais expressivo na área sem aplicação da torta de nim, visto maior valor médio significativo para evolução C-CO₂ (p<0,05) na A2 (Tabela 7). Os principais resultados da adição de matéria orgânica ao solo são o aumento da atividade microbiana e maior proliferação de microrganismos (GRUVER et al., 2010); porém o aumento se dá de forma mais controlada quando comparado com áreas sem aplicação de matéria orgânica (OLIVEIRA, 2014), explicando o maior valor médio observado na A2. Adicionalmente, o decréscimo natural da atividade microbiana deve-se a maior densidade populacionais de nematoides de vida livre (PEN-MOURATOV; SHUKUROV; STEINBERGER, 2010).

Dentre os atributos edáficos, não houve diferença significativas para nenhum atributo físico (densidade, umidade e porosidade total do solo e condutividade elétrica), contudo os teores de carbono orgânico ($p < 0,01$) e nitrogênio total ($p < 0,01$) foram significativamente maiores na A1, três meses após a aplicação da torta de nim (Tabela 7). Outros pesquisadores observaram aumento das reservas de carbono orgânico e nitrogênio em solos sob cultivo orgânico (MENGUAL et al., 2014; PALMET; DAVIES, 2014; DATT; DUBEY; CHAUDHARY, 2013; MURUGAN; KUMAR, 2013; PAUL et al. 2013; SUREKHTA et al., 2013).

Contudo, Oliveira (2014) observou menores teores de carbono orgânico em solo tratado com torta de nim quando comparados a solo sem tratamento no Semiárido brasileiro. A diminuição do teor de carbono orgânico no referido estudo pode ser devido a fatores edafoclimáticos, os quais contribuíram para maiores perdas de carbono (FLIEßBACH et al., 2007) e a dose aplicada (100 g de torta de nim por metro linear de linha de cultivo) não ter sido suficiente para modificar as reservas de carbono no solo estudado (KAPAGIANNI et al., 2010) em curto espaço de tempo (aproximadamente um mês após a aplicação da torta de nim).

Contrariamente aos resultados observados três meses após a primeira aplicação da torta de nim na A1 (Tabela 7), todos os *taxa* de nematoides apresentaram diferenças não significativas três meses após a segunda aplicação, exceto nematoides de vida livre ($p < 0,05$) (Tabela 8). Esse comportamento indica que o efeito da adição da torta de nim na dinâmica populacional de nematoides habitantes do solo, principalmente a nível de família e gênero, não é tão expressivo a longo prazo, mesmo com aplicações repetidas no tempo. Resultado contrário ao de Kimpinski et al. (2003), os quais observaram aumento no número de nematoides bacteriófagos por até quatro meses após a incorporação de resíduos culturais em experimento em ambiente protegido.

A diminuição dos efeitos da torta de nim em experimentos a nível de campo pode ser devido a fatores edafoclimáticos (regime de precipitação, radiação solar e temperatura do ar), os quais diminuem a persistência da azadiractina no ambiente (VERKERK; WRIGHT, 1993; MARTINEZ, 2002; JAVED et al., 2007b; KHALIL, 2013).

O único atributo físico a apresentar variação significativa da segunda para terceira época de amostragem foi a umidade do solo ($p < 0,01$), observando-se menor valor na área com aplicação de torta de nim (Tabela 8). Porém, outros pesquisadores relatam maior retenção de água em áreas com aplicação de matéria orgânica (DATT; DUBEY; CHAUDHARY, 2013; EMAMI; ASTARAEI, 2012; SUJA et al., 2012; KRISHNAMUKAR et al., 2005) devido à melhoria da qualidade edáfica (GOPINATH et al., 2008, 2009).

Tabela 8. Variação das densidades populacionais de nematoides, em 300 cm³ de solo, atributos físico-químicos e de crescimento de goiabeiras (*Psidium guajava*) cultivadas em Neossolo Regolítico no Semiárido Pernambucano, três meses após a segunda aplicação da torta de nim.

Tratamento	Rhab	Ceph	Melo	Roty	Praty	Crico	Prisma
com nim	236,50	101,65	113,67	202,05	373,10	65,02	19,94
sem nim	154,53	37,54	201,86	192,63	276,87	118,68	16,97
Pr > F	0,2284	0,0845	0,5016	0,6418	0,9291	0,2160	0,2334
Trat.	Eudory	ENDO	ECTO	PP	BACT	MICO	PRED
com nim	31,63	486,77	304,00	790,77	363,50	29,83	10,21
sem nim	27,37	478,74	386,68	865,41	226,88	33,31	2,35
Pr > F	0,9998	0,7007	0,1164	0,3548	0,0755	0,4825	0,1466
Trat.	ONI	VL	Total	DENS	UMI	PORO	CE
com nim	63,15	466,68	1.257,46	1,66	0,06	0,38	2,21
sem nim	58,05	320,60	1.186,02	1,70	0,11	0,37	2,15
Pr > F	0,5844	0,0371*	0,8522	0,0917	<0,0001**	0,1098	0,5790
Trat.	RESP	CO	NT	pH	DIAM		
com nim	19,01	0,90	7,99	7,23	3,37		
sem nim	20,44	0,72	6,21	7,57	3,45		
Pr > F	0,6901	0,0008**	0,0002**	0,0003**	0,1085		

Rhab – Rhabditida; Ceph – Cephalobidae; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Crico – Criconematidae; Prisma – *Prismatolaimus*; Eudory – *Eudorylaimus*; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófagos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Nematoides de vida livre; DENS – Densidade do solo (g cm⁻³); UMI – Umidade do solo (g g⁻¹); PORO – Porosidade total do solo (cm³ cm⁻³); CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m⁻¹); RESP – Evolução C-CO₂ (mg CO₂); CO – Carbono orgânico (dag kg⁻¹); NT – Nitrogênio total (g kg⁻¹); pH – Potencial hidrogeniônico; DIAM – Diâmetro do tronco (cm); * – significativo a 5%; ** – significativo a 1%.

Porém, Bouajila e Sanaa (2011) observaram melhor permeabilidade de solo franco-argiloso com adição de esterco e Oliveira (2014) observou menores valores de umidade do solo em Neossolo Regolítico com adição de torta de nim. Além da condição climática da região (altas temperaturas e baixa precipitação), a textura exerce grande influência no conteúdo de água no solo, onde solos com maior proporção de partícula primárias grosseiras apresentam maior permeabilidade (ANDRADE; STONE, 2011). O solo da A1, a qual foi tratada com torta de nim, apresenta maior teor de areia e menor de silte e argila, explicando o baixo valor de umidade (Tabela 8).

Assim como observado após a primeira aplicação da torta de nim, os teores de carbono orgânico e nitrogênio total foram significativamente maiores (p<0,01) na A1 quando comparados aos da A2 (Tabela 8). Comparando-se os resultados após as duas aplicações de torta de nim (Tabelas 7 e 8), observa-se aumento nos teores dos dois atributos citados ao final do experimento na área com aplicação da torta de nim (A1), enquanto houve diminuição do nitrogênio total na A2, ao final do experimento. Os menores teores de nitrogênio total foram observados em áreas sob cultivo

convencional quando comparadas a áreas com cultivo orgânico (van EERD et al., 2014; HOU et al., 2012; ÁLVAREZ et al., 2011), corroborando dados presente trabalho.

O pH foi significativamente menor ($p < 0,01$) após a segunda aplicação da torta de nim na A1 quando comparado a A2 (Tabela 8). Segundo Bonilla et al. (2012), a qualidade e a quantidade da matéria orgânica podem afetar atributos físico-químicos do solo. A redução nos valores de pH também foram observados em estudos com aplicação de matéria orgânica vegetal em Neossolos Regolíticos (OLIVEIRA, 2014; MENEZES; SILVA, 2008), porém García-Ruiz et al. (2009) não observaram diferença significativa entre cultivo orgânico e convencional.

McNear Junior (2013) afirma que a planta libera um íon H^+ para cada NH_4^+ absorvido, diminuindo o pH da solução do solo, corroborando o presente trabalho, pois amônia é um dos subprodutos da decomposição da torta de nim (KHALIL, 2013; OKA, 2010). Ruan et al. (2013) observaram correlação inversa entre o pH e a dose de nitrogênio aplicada, sugerindo maior risco de infecção por nematoides parasitas de plantas por excesso de fertilização nitrogenada, pois esses organismos são estimulados por baixos valores de pH (KHAN; KHAN, 1994).

A área com aplicação de torta de nim apresentou valores médios de condutividade elétrica maiores após a segunda aplicação quando comparadas com a A2, o que pode ter levado ao menor diâmetro do tronco, mesmo que não significativo ($p > 0,05$) (Tabela 8). Apesar da condutividade elétrica não ter sido maior que a salinidade limiar para goiabeiras, valor igual a $4,7 \text{ dS m}^{-1}$ (PATIL; PATIL; GHONSIKAR, 1984), o aumento no valor de tal atributos foi determinante para um menor crescimento do tronco durante o experimento. Outros estudos também observaram menor desenvolvimento da cultura com condutividades elétricas menores que o limiar (CAVALCANTE et al., 2010; TÁVORA, FERREIRA, HERNANDEZ, 2001).

Comparando-se os atributos estudados durante as primeiras e terceiras épocas de amostragem, ou seja, após duas aplicações da torta de nim na A1, observam-se maiores densidades populacionais de Cephalobidae ($p < 0,01$) e nematoides de vida livre ($p < 0,05$), menor umidade do solo ($p < 0,01$), maiores teores de carbono orgânico ($p < 0,01$) e nitrogênio total ($p < 0,01$) e menor pH ($p < 0,01$) na referida área experimental (Tabela 9), indicando que o efeito da adição da torta de nim no aumento populacional de nematoides de vida livre, especificamente Cephalobídeos, é mais expressivo a longo prazo, comparando-se com os outros grupos tróficos.

Tabela 9. Variação das densidades populacionais de nematoides, em 300 cm³ de solo, atributos físico-químicos e de crescimento de goiabeiras (*Psidium guajava*) cultivadas em Neossolo Regolítico no Semiárido Pernambucano, seis meses após a primeira aplicação da torta de nim.

Tratamento	Rhab	Ceph	Melo	Roty	Praty	Crico	Prisma
com nim	236.50	101.65	113.67	202.05	373.10	65.02	19.94
sem nim	151.75	38.34	206.16	189.39	267.45	98.22	17.33
Pr > F	0.2086	0,0047**	0.4391	0.8133	0.8590	0.2465	0.1956
Trat.	Eudory	ENDO	ECTO	PP	BACT	MICO	PRED
com nim	31.63	486.77	304.00	790.77	363.50	29.83	10.21
sem nim	27.32	473.61	363.94	837.55	225.33	32.74	2.40
Pr > F	0.9014	0.6185	0.0870	0.2579	0.0633	0.7459	0.1180
Trat.	ONI	VL	Total	DENS	UMI	PORO	CE
com nim	63.15	466.68	1257.46	1.66	0.06	0.38	2.21
sem nim	58.33	318.81	1156.36	1.70	0.11	0.37	2.16
Pr > F	0.5583	0,0345*	0.7644	0.1776	<0,0001**	0.2542	0.6631
Trat.	RESP	CO	NT	pH			
com nim	19.01	0.90	7.99	7.23			
sem nim	20.57	0.72	6.21	7.57			
Pr > F	0.6871	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**			

Rhab – Rhabditida; Ceph – Cephalobidae; Melo – *Meloidogyne*; Roty – *Rotylenchulus*; Praty – *Pratylenchus*; Crico – Criconeematidae; Prisma – *Prismatolaimus*; Eudory – *Eudorylaimus*; ENDO – Endoparasitos; ECTO – Ectoparasitos; PP – Parasitos de planta; BACT – Bacteriófagos; MICO – Micófitos; PRED – Predadores; ONI – Onívoros; VL – Nematoides de vida livre; DENS – Densidade do solo (g cm⁻³); UMI – Umidade do solo (g g⁻¹); PORO – Porosidade total do solo (cm³ cm⁻³); CE – Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m⁻¹); RESP – Evolução C-CO₂ (mg CO₂); CO – Carbono orgânico (dag kg⁻¹); NT – Nitrogênio total (g kg⁻¹); pH – Potencial hidrogeniônico; * – significativo a 5%; ** – significativo a 1%.

A diferença significativa encontrada apenas para a família Cephalobidae após duas aplicações da torta de nim na A1, pode ser explicada em termos de sucessão ecológica. Segundo Bongers (1990), os bacteriófagos do grupo cp1 (Rhabditida) aumentam significativamente sua densidade populacional em meio enriquecido de nutrientes; com o passar do tempo, os recursos imediatos tornam-se mais escassos e oportunistas gerais do grupo cp2 (Cephalobidae) ganham expressividade, substituindo os nematoides cp1 menos eficientes (BRIAR et al., 2012; NEHER, 2010; FERRIS; MATUTE, 2003; FERRIS; BONGERS; de GOEDE, 2001; BONGERS, 1990). Como as amostragens eram feitas três meses após a aplicação da torta de nim, acredita-se que os recursos estavam se esgotando e, conseqüentemente, a densidade populacional de Cephalobidae começou a aumentar significativamente.

Como observado na Tabela 8, a umidade do solo na área com aplicação da torta de nim também foi significativamente (p<0,01) menor que a A2 (Tabela 9). O maior crescimento das raízes após aplicação de extratos de nim (MOOSAVI, 2012; ALMEIDA et al., 2012; HUSSAIN; MUKHTAR; KAYANI, 2011; DEKA; SINHA; NEOG, 2002, *apud* SINGH; PRASAD, 2014) pode ter contribuído para menores valores de umidade encontrados, visto que as amostras foram

coletadas próximas a zona radicular. Alguns pesquisadores também observaram baixos valores de umidade para amostras coletadas próximas a zona radicular de diferentes culturas (CARMINATI et al., 2010; OSWALD et al., 2008; SEGAL et al., 2008). Oswald et al. (2008) citam que baixos valores de umidade do solo são encontrados em locais próximos a zona radicular devido à rapidez da absorção de água pelas raízes. Adicionalmente, o efeito do aumento na temperatura do ar de julho a dezembro (Fig. 1) pode ter contribuído para uma maior evaporação da água.

Todos os *taxa* de nematoides parasitos de planta estudados no presente trabalho não apresentaram diferenças significativas, de acordo com a covariância, em nenhuma amostragem. Contudo, as densidades populacionais médias de *Meloidogyne* e Criconematidae foram menores ao final do experimento na A1, indicando certo efeito supressivo da torta de nim (Tabelas 6-8).

Como dito anteriormente, estudos sobre o efeito de extratos de nim sobre nematoides parasitos de planta concentram-se em ambientes protegidos utilizando espécies do gênero *Meloidogyne* parasitando Solanáceas (TAYE; SAKHUJA; TEFERA, 2013; MOOSAVI, 2012; GRAVANES et al., 2011; LYNN et al., 2010; OKA et al., 2007; AKHTAR; MALIK, 2000; AKHTAR, MAHMOOD, 1996).

Poucos estudos a nível de campo foram realizados com o mesmo objetivo do presente trabalho e apresentaram resultados diferentes: i) efeito supressivo sobre *Meloidogyne* (KHAN et al., 2012; RIZVI et al., 2012; HUSSAIN; MUKHTAR; KAYANI, 2011; STIRLING, 2005; KIMPINSKI et al., 2003), ii) efeito supressivo sobre outros gêneros de fitoparasitos (KHAN et al., 2012; RIZVI et al., 2012; MOHAN, 2011; KOSMA et al., 2011; CHAVES et al., 2009; SILVA et al., 2008), iii) efeito não significativo sobre fitoparasitos em diferentes culturas (OLIVEIRA, 2014; OLIVEIRA et al., 2005) e iv) aumento da população de fitoparasitos em pomar de goiabeiras (ALMEIDA et al., 2012) e de bananas (BARTHOLOMEW; BRATHWAITE; ISAAC, 2014). As diferenças observadas entre esses estudos devem-se às condições do experimento (arranjo experimental, tamanho da parcela, doses aplicadas, dentre outros) e atributos edafoclimáticos locais.

Outras espécies vegetais (*Cannabis sativa* L.; *Zanthoxylum alatum* Roxb. E *Melia azedarach* L.) também apresentam efeito positivo no controle de nematoides fitoparasitas, principalmente *M. incognita*, sendo o efeito supressivo atribuído a redução na atividade de enzimas antioxidantes e ao aumento da defesa da planta hospedeira (MUKHTAR; KAYANI; HUSSAIN, 2013; CAVOSKI et al., 2012; KAYANI, MUKHTAR; HUSSAIN, 2012).

Khalil (2013) cita que o efeito supressivo de extratos de nim deve-se a ação de subprodutos da decomposição do nim (compostos fenólicos, amônia, formaldeídos e ácidos graxos) nos quimiorreceptores (anfídios e fasmídios) dos nematoides, atuando como compostos repelentes e aumentando a resistência das plantas aos nematoides fitoparasitas. Rehman et al. (2009) sugeriram

que a azadiractina pode induzir efeitos nematostáticos, processo que inibe os fitoparasitas de invadir as plantas sem propriamente matá-los. Barros et al. (2014) observaram melhores resultados para o controle de *M. incognita* utilizando compostos orgânicos voláteis provenientes de partes de plantas de nim e de mostarda. Os autores concluíram que ésteres e compostos contendo enxofre originários das duas espécies vegetais são capazes de afetar a mobilidade, patogenicidade e reprodução do referido nematoide.

Conclusões

A estrutura e a composição das comunidades de nematoides diferiram tanto entre as áreas experimentais quanto ao longo do tempo, com melhor controle do aumento populacional de nematoides fitoparasitas na área tratada com nim;

A aplicação da torta de nim melhorou a estabilidade ambiental da área tratada, ratificada pela presença de *Diplogaster*, *Allodorylaimus* e *Longidorus* apenas naquela área;

A aplicação da torta de nim favoreceu significativamente a densidade populacional de nematoides de vida livre, principalmente Cephalobidae, com maior expressividade após a segunda aplicação da torta de nim;

A dose aplicada não foi suficiente para promover efeito supressivo sobre as comunidades de nematoides parasitas de plantas;

A exceção da umidade do solo, a dose de torta de nim aplicada (1 kg por goiabeira) não afetou os atributos físicos do solo;

A utilização da torta de nim favorece o desenvolvimento de goiabeiras e, ao longo do tempo, aumenta os teores de carbono orgânico e nitrogênio total do solo.

Referências Bibliográficas

AKHTAR, M. Utilisation of plant-origin waste materials for the control of plant-parasitic nematodes. **Bioresource Technology**, v. 46, n. 3, p. 255-257, 1993.

AKHTAR, M.; MAHMOOD, I. Control of plant-parasitic nematodes with organic and inorganic amendments in agricultural soil. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 4, p. 243-247, 1996.

AKHTAR, M.; MALIK, A. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: A review. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p. 35-47, 2000.

ALMEIDA, A. M.; SOUZA, R. M.; GOMES, V. M.; MIRANDA, G. B. Greenhouse and field assessment of different organic compounds against guava-parasitic *Meloidogyne enterolobii*. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p. 67-74, 2012.

ÁLVAREZ, C. R.; COSTANTINI, A. O.; BONO, A.; TABOADA, M. A.; BOEM, F. H. G.; FERNÁNDEZ, P. L.; PRYSTUPA, P. Distribution and vertical stratification of carbon and nitrogen in soil under different managements in the Pampean region of Argentina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 55, n. 6, p. 1985-1994, 2011.

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. Estimativa da umidade na capacidade de campo em solos sob Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 111-116, 2011.

ARCHANA, U. S.; PRASAD, D. Management of plant-parasitic nematodes by the use of botanicals. **Journal of Plant Physiology and Pathology**, Foster City, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2014.

AZPILICUETA, C. V.; ARUANI, M. C.; CHAVES, E.; REEB, P. D. Soil nematode responses to fertilization with ammonium nitrate after six years of unfertilized apple orchard. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madri, v. 12, n. 2, p. 353-363, 2014.

BAIMEY, H.; COYNE, D.; DAGBENONBAKIN, G.; JAMES, B. Plant-parasitic nematodes associated with vegetable crops in Benin: relationship with soil physic-chemical properties. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 37, n. 2, p. 227-236, 2009.

BARRETT, J. E.; VIRGINIA, R. A.; WALL, D. H.; PARSONS, A. N.; POWERS, L. E.; BURKINS, M. B. Variation in biogeochemistry and soil biodiversity across spatial scales in a polar desert ecosystem. **Ecology**, Washington, v. 85, n. 11, p. 3105-3118, 2004.

BARROS, A. F.; CAMPOS, V. P.; SILVA, J. C. P.; PEDROSO, M. P.; MEDEIROS, F. H. V.; POZZA, E. A.; REALE, A. L. Nematicidal activity of volatile organic compounds emitted by *Brassica juncea*, *Azadirachta indica*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens* and *Cajanus cajan* against *Meloidogyne incognita*. **Applied Soil Ecology**, v. 80, p. 34-43, 2014.

BARTHOLOMEW, E. S.; BRATHWAITE, R. A. I.; ISSAC, W. P. Control of root-burrowing nematode (*Radopholus similis*) in banana using extracts of *Azadirachta indica* and *Allium sativum*. **Journal of Organic Systems**, Perinth, v. 9, n. 2, p. 49-55, 2014.

BONGERS, T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. **Oecologia**, Cambridge, v. 83, n. 1, p. 14-19, 1990.

BONGERS, T. The Maturity Index, the evolution of nematode life history traits, adaptive radiation and cp-scaling. **Plant and Soil**, Nova Iorque, v. 212, p. 13-22, 1999.

BONILLA, N.; GUTIÉRREZ-BARRANQUERO, J. A.; VICENTE, A.; CAZORLA, F. M. Enhancing soil quality and plant health through suppressive organic amendments. **Diversity**, Basel, v. 4, n. 4, p. 465-491, 2012.

BOUAJILA, K.; SANAA, M. Effects of organic amendments on soil physic-chemical and biological properties. **Journal of Materials and Environmental Science**, Oujda, v. 2, n. SI, p. 485-490, 2011.

BOUWMAN, L. A.; ARTS, W. B. M. Effects of soil compaction on the relationships between nematodes, grass production and soil physical properties. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 14, n. 3, p. 213-222, 2000.

BRIAR, S. S.; BARKER, C.; TENUTA, M.; ENTZ, M. H. Soil nematode responses to crop management and conversion to native grasses. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 44, n. 3, p. 245-254, 2012.

BRIAR, S. S.; MILLER, S. A.; STINNER, D.; KLEINHENZ, M. D.; GREWAL, P. S. Effects of organic transition strategies for peri-urban vegetable production on soil properties, nematode community, and tomato yield. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 47, n. 2, p. 84-91, 2011.

CARDOSO, M. O.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. F.; BARROS, P. Â. Effects of soil mechanical resistance on nematode community structure under conventional sugarcane and remaining of Atlantic Forest. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 184, n. 6, p. 3529-3544, 2012.

CARDOSO, M. S. O. **Avaliação da qualidade do solo cultivado com cana-de-açúcar e de fragmentos de Floresta Atlântica por meio de índices ecológicos e atividade metabólica de nematoides**. 2014. 123 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

CARMINATI, A.; MORADI, A. B.; VETTERLEIN, D.; VONTOBEL, P.; LEHMANN, E.; WELLER, U.; VOGEL, H.; OSWALD, S. E. Dynamics of soil water content in the rhizosphere. **Plant and Soil**, Nova Iorque, v. 332, p. 163-176, 2010.

CARNEIRO, R. M. D. G.; HIDALGO-DÍAZ, L.; MARTINS, I.; SILVA, K. F. A. S.; SOUSA, M. G.; TIGANO, M. S. Effect of nematophagous fungi on reproduction of *Meloidogyne enterolobii* on guava (*Psidium guajava*) plants. **Nematology**, Flórida, v. 13, n. 6, p. 721-728, 2011.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivada Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010.

CAVOSKI, I.; CHAMI, Z. A.; BOUZEBBOUDJA, F.; SASANELLI, N.; SIMEONE, V.; MONDELLI, D.; MIANO, T.; SARAIS, G.; NTALLI, N. G.; CABONI, P. *Melia azedarach* controls *Meloidogyne incognita* and triggers plant defense mechanisms on cucumber. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 35, p. 85-90, 2012.

CHANDRA, R.; KAMLE, M.; BAJPAI, A. Guava: Advances in horticultural biotechnology. In: SINGH, H. P.; PARTHASARTHY, V. A.; BABU, N. (Eds.). **Regeneration systems-perennial fruit crops plants and spices**. Nova Déli: Westville Publishers, 2010. p. 103-120.

CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; GUIMARÃES, L. M. P.; MARANHÃO, S. R. V. L.; OLIVEIRA, M. K. R. S. Utilização de produtores alternativos no manejo de nematoides da cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 3, p. 260-264, 2009.

COLLANGE, B.; NAVARRETE, M.; PEYRE, G.; MATEILLE, T.; TCHAMITCHIAN, M. Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: The challenge of an agronomic system analysis. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 30, n. 10, p. 1251-1262, 2011.

CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R. **Levantamento detalhado de solos da Fazenda Nossa Senhora do Rosário (Pesqueira-PE)**. Recife: UFRPE/UFPE/CNPq/BNB. 2001. 35p. Relatório Técnico.

DANTAS NETO, J.; MACIEL, J. L.; ALVES, A. S.; AZEVEDO, C. A. V.; FERNANDES, P. D.; LIMA, V. L. A. Teores de macronutrientes em folhas de goiabeira fertirrigada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 962-968, 2013.

DATT, N.; DUBEY, Y. P.; CHAUDHARY, R. Studies on impact of organic, inorganic and integrated use of nutrients on symbiotic parameters, yield, quality of French-bean (*Phaseolus*

vulgaris L.) vis-à-vis soil properties of an acid alfisol. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 8, n. 22, p. 2645-2654, 2013.

de GOEDE, R. G. M.; BONGERS, T. Nematode community structure in relation to soil and vegetation characteristics. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.1, n. 1, p. 29-44, 1994.

de VRIES, F. T.; LIIRI, M. E.; BJØRNLUND, L.; SETÄLÄ, H. M.; CHRISTENSEN, S.; BARDGETT, R. D. Legacy effects of drought on plant growth and the soil food web. **Oecologia**, Cambridge, v. 170, n. 3, p. 821-833, 2012.

DEKA, R.; SINHA, A. K.; NEOG, P. P. Effect of *Paecilomyces lilacinus* and botanicals against *Tylenchulus semipenetrans* on *Citrus jambhiri*. **Indian Journal of Nematology**, Nova Déli, v. 32, n. 2, p. 230-232, 2002.

DuPONT, S. T.; FERRIS, H.; HORN, M. V. Effects of cover crop quality and quantity on nematode-based soil food webs and nutrient cycling. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 41, n. 2, p. 157-167, 2009.

EISENHAUER, N.; MIGUNOVA, V. D.; ACKERMANN, M.; RUESS, L.; SCHEU, S. Changes in plant species richness induce functional shifts in soil nematode communities in experimental grassland. **PLoS ONE**, v. 6, n. e24087, 2011.

EL-BORAI, F. E.; DUNCAN, L. W. Nematode parasites of subtropical and tropical fruit tree crops. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. (Eds.) **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Kyng's Lynn: Biddles Ltd., 2005. p. 467-493.

EMAMI, H.; ASTARAEI, A. R. Effect of organic and inorganic amendments on parameters of water retention curve, bulk density and aggregate diameter of a saline-sodic soil. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Terã, v. 14, p. 1625-1636, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

ESMAEILZADEH, J.; AHANGAR, A. G. Influence of soil organic content on soil physical, chemical and biological properties. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, v. 4, n. 4, p. 244-252, 2014.

FERRIS, H.; VENETTE, R. C.; LAU, S. S. Population energetics of bacterial-feeding nematodes: carbon and nitrogen budgets. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 29, n. 8, p. 1183- 1194, 1997.

FERRIS, H.; BONGERS, T.; de GOEDE, R. G. M. A framework for soil food web diagnostics: extension of nematode faunal analysis concept. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 13-29, 2001.

FERRIS, H.; MATUTE, M. M. Structural and functional succession in the nematode fauna of a soil food web. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 93-110, 2003.

FERRIS, H.; VENETTE, R. C.; SCOW, K. M. Soil management to enhance bacterivores and fungivores nematode populations and their nitrogen mineralization function. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 19-35, 2004.

FERRIS, H.; SÁNCHEZ-MORENO, S.; BRENNAN, E. B. Structure, functions and interguild relationships of the soil nematode assemblage in organic vegetable production. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 61, 16-25, 2012.

FLIEßBACH, A.; OBERHOLZER, H.; GUNST, L.; MÄDER, P. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 118, n. 1-4, p. 273-284, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO. **Mangoes, mangosteens, guavas**. 2010. Disponível em:
<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>> Acesso em: 10 jul. 2014.

FREITAS, V. M.; RAMOS, M. L. G.; CARES, J. E.; COSTA, A. S.; HUANG, S. P. Relationships between the community of soil nematodes and the microbial biomass in the root zone of Citrus. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 1, p. 28-36, 2009.

FU, S.; COLEMAN, D. C.; HENDRIX, P. F.; CROSSLEY JUNIOR, D. A. Responses of trophic groups of soil nematodes to residue application under conventional tillage and no-till regimes. **Soil Biology and Biochemistry**, Brisbane, v. 32, n. 11, p. 1731-1741, 2000.

GARCÍA-RUIZ, R.; OCHOA, V.; VIÑEGLA, B.; HINOJOSA, M. B.; PEÑA-SANTIAGO, R.; LIÉBANAS, G.; LINARES, J. C.; CARREIRA, J. A. Soil enzymes, nematode community and selected physico-chemical properties as soil quality indicators in organic and conventional olive oil farming: influence of seasonality and site features. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 41, p. 305-314, 2009.

GHOSH, S.; WILSON, B.; GHOSHAL, S.; SENAPATI, N.; MANDAL, B. Organic amendments influence soil quality and carbon sequestration in the Indo-Gangetic plains of India. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 156, p. 134-141, 2012.

- GOMES, G. S.; HUANG, S. P.; CARES, J. E. Nematode community. Trophic structure and population fluctuation in soybean fields. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 258-266, 2003.
- GOPINATH, K. A.; SAHA, S.; MINA, B. L.; KUNDU, S.; PANDE, H.; GUPTA, H. S. Influence of organic amendments on growth, yield, and quality of wheat and on soil properties during transition to organic production. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Nova Iorque, v. 82, n. 1, p. 51-60, 2008.
- GOPINATH, K. A.; SAHA, S.; MINA, B. L.; PANDE, H.; SRIVASTVA, A. K.; GUPTA, H. S. Bell pepper yield and soil properties during conversion from conventional to organic production in Indian Himalayas. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 122, n. 3, p. 339-345, 2009.
- GOUGOULIAS, N.; VAGELAS, I.; VASILAKOGLU, I.; GRAVANIS, F.; LOUKA, A.; WOGIATZI, E.; CHOULIARAS, N. Comparison of neem or orégano with thiram on organic matter decomposition of a sand loam soil amended with compost, and on soil biological activity. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Nova Jersey, v. 90, n. 2, p. 286-290, 2010.
- GRANTINA, L.; KENIGSVALDE, K.; EZE, D.; PETRINA, Z.; SKRABULE, I.; ROSTOKS, N.; NIKOLAJEVA, V. Impact of six-year-long organic cropping on soil microorganisms and crop disease suppressiveness. **Žemdirbystė=Agriculture**, Kaunas, v. 98, n. 4, p. 399-408, 2011.
- GRAVANIS, F. T.; VAGELAS, I. K.; LEONTOPOULOS, S. V.; NATSIPOULOS, D. Nematicidal effects of *Azadirachta indica* seed extract on *Meloidogyne* spp. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Rosemead, v. 1, n. 1A, p. 136-141, 2011.
- GRISI, B. M. Método químico de medição de respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 82-88, 1978.
- GRUVER, L. S.; WEIL, R. R.; ZASADA, I. A.; SARDANELLI, S.; MOMEN, B. Brassicaceous and rye cover crops altered free-living soil nematode community composition. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.45, n. 1, p. 1-12, 2010.
- HAIR, J. E.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. (Eds.). **Análise multivariada de dados**. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 593p.
- HODSON, A. K.; FERRIS, H.; HOLLANDER, A. D.; JACKSON, L. E. Nematode food webs associated with native perennial plant species and soil nutrient pools in California riparian oak woodlands. **Geoderma**, Amsterdam, v. 228-229, p. 182-191, 2014.

HOLLAND, E. A.; COLEMAN, D. C. Litter placement effects on microbial and organic matter dynamics in an agroecosystem. **Ecology**, Washington, D.C., v. 68, n. 2, p. 425-433, 1987.

HOU, R.; LI, Z. O. Y.; TYLER, D. D.; LI, F.; WILSON, G. V. Effects of tillage and residue management on soil organic carbon and total nitrogen in the North China plain. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 76, n. 1, p. 230-240, 2012.

HUSSAIN, M. A.; MUKHTAR, T.; KAYANI, M. Z. Efficacy evaluation of *Azadirachta indica*, *Calotropis procera*, *Datura stramonium* and *Tagetes erecta* against root-knot nematodes *Meloidogyne incognita*. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 43, n. SI, p. 197-204, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Culturas temporárias e permanentes. **Produção Agrícola Municipal**, Rio de Janeiro, v. 37, p. 1-91, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Produção agrícola municipal**, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

ITO, T.; ARAKI, M.; KOMATSUZAKI, M.; KANEKO, N.; OHTA, H. Soil nematode community structure affected by tillage systems and cover crop managements in organic soybean production. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 86, p. 137-147, 2015.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Florida, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.

JIANG, D.; LI, Q.; LIU, F.; JIANG, Y.; LIANG, W. Vertical distribution of soil nematodes in an age sequence of *Caragana microphylla* plantations in the Horqin Sandy Land, Northeast China. **Ecological Research**, Kyoto, v. 22, n. 1, p. 49-56, 2007.

JIANG, Y.; SUN, B.; JINM C.; WANG, F. Soil aggregate stratification of nematodes and microbial communities affects the metabolic quotient in an acid soil. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 60, p. 1-9, 2013.

KAPAGIANNI, P. D.; BOUTSIS, G.; ARGYROPOULOU, M. D.; PAPANTHEODOROU, E. M.; STAMOU, G. P. The network of interactions among soil quality variables and nematodes: short-term responses to disturbances induced by chemical and organic disinfection. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 44, p. 67-74, 2010.

KARLEN, D. L.; ANDREWS, S. S. Soil quality, fertility, and health – Historical context, status and perspectives. In: SCHJØNNING, P.; ELMHOLT, S.; CHRISTENSEN, B. T. (Eds.). **Managing soil quality: Challenges in modern agriculture**. Wallingford: CAB International, 2004. p. 17-33.

KAYANI, M. Z.; MUKHTAR, T.; HUSSAIN, M. A. Evaluation of nematicidal effects of *Cannabis sativa* L. e *Zanthoxylum alatum* Roxb. against root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita*. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 30, p. 52-56, 2012.

KEITH, A. M.; BROOKER, R. W.; OSLER, G. H. R.; CHAPMAN, S. J.; BURSLEM, D. F. R. P.; WAL, R. Strong impacts of belowground tree inputs on soil nematode trophic composition. **Soil Biology and Biochemistry**, Brisbane, v. 41, p. 1060-1065, 2009.

KHALIL, M. S. Abamectin and Azadirachtin as eco-friendly promising biorational tools in integrated nematodes management programs. **Journal of Plant Pathology and Microbiology**, Los Angeles, v. 4, n. 4, p. 1000174, 2013.

KHAN, A. M.; ALAM, M. M.; AHMAD, R. Mechanism of the control of plant parasitic nematodes as a result of the application of oil-cakes to the soil. **Indian Journal of Nematology**, Nova Déli, v. 4, p. 93-96, 1974.

KHAN, M. R.; KHAN, M. W. Effects of simulated acid rain and root-knot nematode on tomato. **Plant Pathology**, Nova Jersey, v. 43, n. 1, p. 41–49. 1994.

KHAN, Z.; TIYAGI, S. A.; MAHMOOD, I.; RIZVI, R. Effects of N fertilization, organic matter, and biofertilisers on the growth and yield of chilli in relation to management of plant-parasitic nematodes. **Turkish Journal of Botany**, Ancara, v. 36, n. 1, p. 73-81, 2012.

KILLHAM, K. **Soil Ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 260p.

KIMPINSKI, J.; GALLANT, C. E.; HENRY, R.; MACLEOD, J. A.; SANDERSON, J. B.; STURZ, A. V. Effect of compost and manure soil amendments on nematodes and on yield of potato and barley: a 7-year study. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 35, n. 3, p. 289-293, 2003.

KOENNING, S. R.; OVERSTREET, C.; NOLING, J. W.; DONALD, P. A.; BECKER, J. O.; FORTNUM, B. A. Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the united states for 1994. Supplement to the **Journal of Nematology**, Flórida, v. 31, n. 4S, p. 587-618, 1999.

KOSMA, P.; AMBANG, Z.; BEGOUDE, B. A. D.; HOOPEN, G. M. T.; KUATE, J.; AKOA, A. Assessment of nematicidal properties and phytochemical screening of neem seed formulations using *Radopholus similis*, parasitic nematode of plantain in Cameroon. **Crop Protection**, Nova Iorque, v. 30, n. 6, p. 733-738, 2011.

KRISHNAKUMAR, S.; SARAVANAN, A.; RAMESH, K.; NATARAJAN, S. K.; VEERABADRAN, V.; MANI, S. Organic farming: impact on rice (*Oryza sativa* L.) productivity and soil health. **Asian Journal of Plant Sciences**, Central Area, v. 4, n. 5, p. 510-512, 2005.

LI, Y. J., WU, J. H., CHEN, H. L. AND CHEN, J. K. Nematodes as bioindicators of soil health: Methods and applications. **Chinese Journal of Applied Ecology**, v. 16, n. 8, p. 1541-1546, 2005.

LI, X.; LIU, Q.; LIU, Z.; SHI, W.; YANG, D.; TARASCO, E. Effects of organic and other managements practices on soil nematode communities in tea plantation: a case study in southern China. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 177, n. 4, p. 604-612, 2014.

LI, Y.; CAO, Z.; HU, C.; LI, J.; YANG, H. Response of nematodes to agricultural input levels in various reclaimed and unreclaimed habitats. **European Journal of Soil Biology**, Londres, v. 60, p. 120-129, 2014.

LIANG, W.; LOU, Y.; LI, Q.; ZHONG, S.; ZHANG, X.; WANG, J. Nematode faunal response to long-term application of nitrogen. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 41, p. 883-890, 2009.

LILIANA, R. Nematode soil faunal analysis of decomposition pathways in different ecosystems. **Nematology**, Florida, v. 5, n. 2, p. 179-181, 2003.

LINFORD, M. B.; YAP, Y.; OLIVEIRA, J. M. Reduction of soil populations of root-knot nematode during decomposition of organic matter. **Soil Science**, v. 45, p. 127-40, 1938.

LIU, F.; ZHANG, J.; WANG, F.; LIANG, L. Response of soil nematode ecological and maturity indexes and faunal analysis to the conservation tillage. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 11, n. 2, p. 1111-1117, 2013.

LYNN, O. M.; SONG, W.; SHIM, J.; KIM, J.; LEE, K. Effects of azadirachtin and neem-based formulations for the control of sweetpotato whitefly and root-knot nematode. **Journal of Korean Society for Applied Biology Chemistry**, v. 53, n. 5, p. 598-604, 2010.

MARIN, R.; APEL, M. A.; LIMBERGER, R. P.; RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; ZUANAZZI, J. Â. S.; HENRIQUES, A. T. Volatile components and antioxidant activity from some Myrtaceous fruits cultivated in Southern Brazil. **Latin American Journal of Pharmacy**, Filadélfia, v. 27, n. 2, p. 172-177, 2008.

- MATEILLE, T.; TAVOILLOT, J.; MARTINY, B.; FARGETTE, M. Importance of soil characteristics for plant-parasitic nematode communities in European coastal foredunes. **European Journal of Soil Biology**, Londres, v. 64, p. 53-60, 2014.
- MATOS, D. S. S.; PEDROSA, E. M. R.; GUIMARÃES, L. M. P.; RODRIGUES, C. V. M. A.; BARBOSA, N. M. R. Relações entre a nematofauna e atributos químicos de solo com vinhaça. **Nematropica**, Flórida, v. 41, n. 1, p. 23-38, 2011.
- MATOS, D. S. S.; PEDROSA, E. M. R.; MICHEREFF, S. J.; PEIXOTO, J. S.; MEDEIROS, J. E.; BARROS, P. A. Nematofauna associada ao cultivo comercial de mamoeiro no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 4, p. 614-619, 2012.
- MATUTE, M. M. Soil nematodes of *Brassica rapa*: Influence of temperature and pH. **Advances in Natural Science**, Quebec, v. 6, n. 4, p. 20-26, 2013.
- MAY, W. F.; MULLIN, P. G.; LYON, H. H.; LOEFFLE, K. **Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera**. Cornell University Press: Ithaca, 1996. 277p.
- McNEAR JUNIOR, D. H. The rhizosphere – roots, soil and everything in between. **Nature Education Knowledge**, Cambridge, v. 4, n. 3, p. 1-15, 2013.
- McSORLEY, R. Nematological problems in tropical and subtropical fruit tree crops. **Nematropica**, Flórida, v. 22, n. 1, 1992.
- MELAKEBERHAN, H.; DEY, J.; BALIGAR, V. C.; CARTER JUNIOR, T. E. Effect of soil pH on the pathogenesis of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne incognita* on *Glycine max* genotypes. **Nematology**, Flórida, v. 6, n. 4, p. 585-592, 2004.
- MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 3, p. 251-257, 2008.
- MENGUAL, C.; SCHOEBITZ, M.; AZCÓN, R.; ROLDÁN, A. Microbial inoculants and organic amendment improves plant establishment and soil rehabilitation under semiarid conditions. **Journal of Environmental Management**, v. 134, p. 1-7, 2014.
- MIRANDA, T. L.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, E. F. F.; ROLIM, M. M. Alterações físicas e biológicas em solo cultivado com cana-de-açúcar após colheita e aplicação de vinhaça. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 150-158, 2012.

MOHAN, K. Comparison of inorganic and organic nematicides on the population of soil nematodes in hybrid of *Saccharum* species. **Journal of Biopesticides**, Tamil Nadu, v. 4, n. 2, p. 201-204, 2011.

MOHANTY, M.; PAINULI, D. K.; MISRA, A. K.; GHOSH, P. K. Soil quality effects of tillage and residue under rice-wheat cropping on a vertisol in India. **Soil & Tillage Research**, Oxford, v. 92, n. 1-2, p. 243-250, 2007.

MONFORT, W. S.; KIRKPATRICK, C. S.; ROTHROCK, C. S.; MAUROMOUSTAKOS, A. Potential for site-specific management of *Meloidogyne incognita* in cotton using soil textural zones. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 39, n. 1, p. 1-8, 2007.

MOORE, J. C.; RUITER, P. C. Soil food webs in agricultural ecosystems. In: CHEEKE, T. E.; COLEMAN, D. C.; WALL, D. H. (Eds.). **Microbial ecology in sustainable agroecosystems**. Flórida: CRC Press, 2012. p. 63-88.

MOOSAVI, M. R. Nematicidal effect of some herbal powders and their aqueous extracts against *Meloidogyne javanica*. **Nematropica**, Flórida, v. 42, n. 1, p. 48-56, 2012.

MUKHTAR, T.; KAYANI, M. Z.; HUSSAIN, M. A. Nematicidal activities of *Cannabis sativa* L. and *Zanthoxylum alatum* Roxb. against *Meloidogyne incognita*. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 42, p. 447-453, 2013.

MURUGAN, R.; KUMAR, S. Influence of long-term fertilization and crop rotation on changes in fungal and bacterial residues in a tropical rice-field soil. **Biology & Fertility of Soils**, Brisbane, v. 49, n. 7, p. 847-856, 2013.

NEHER, D. A. Ecology of plant and free-living nematodes in natural and agricultural soil. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 48, p. 371-394, 2010.

NEHER, D. A. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 33, n. 4, p. 161-168, 2001.

OKA, Y.; TKACHI, N.; SHUKER, S.; YERUMIYAHU, U. Enhanced nematicidal activity of organic and inorganic ammonia-releasing amendments by *Azadirachta indica* extracts. **Journal of Nematology**, Florida, v. 39, n. 1, p. 9-16, 2007.

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments – A review. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 44, n. 2, p. 101-115, 2010.

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

OLIVEIRA, F. T. **Desenvolvimento de porta-enxertos de goiabeira sob influência de fontes orgânicas, recipientes e fosfato natural**. 2012. 162 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

OLIVEIRA, A. K. S. **Crescimento do pimenteiro e variabilidade espacial de nematoides e atributos do solo após incorporação da torta de nim**. 2014. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

OSWALD, S. E.; MENON, M.; CARMINATI, A.; VONTOBEL, P.; LEHMANN, E.; SCHULIN, R. Quantitative imaging of infiltration, root growth, and root water uptake via neutron radiography. **Vadose Zone Journal**, Madison, v. 7, n. 3, p. 1035–1047, 2008.

PALMER, M. W.; DAVIES, R. D. The effects of organic amendment and soil emplacement method on manufactured soil quality and growth of amenity woodland at a former cokeworks site. **Ecological Engineering**, v. 68, p. 1-7, 2014.

PATIL, P. K.; PATIL, V. K., GHONSIKAR, C. P. Effect of soil salinity on growth and nutritional status of guava (*Psidium guajava* L.). **International Journal of Tropical Agriculture**, Hissar, v. 2, n. 4, p. 337-344, 1984.

PATTISON, A. B.; MOODY, P. W.; BADCOCK, K. A.; SMITH, L. J.; ARMOUR, J. A.; RASIAH, V.; COBON, J. A.; GULINO, L. M.; MEYER, R. Development of key soil health indicators for the Australian banana industry. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 40, n. 1, p. 155–164, 2008.

PAUL, B. K.; VANLAUWE, B.; AYUKE, F.; GASSNER, A.; HOOGMOED, M.; HURISSO, T. T.; KOALA, S.; LELEI, D.; NDABAMENYE, T.; SIX, J.; PULLEMAN, M. M. Medium-term impact of tillage and residue management on soil aggregate stability, soil carbon and crop productivity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 164, p. 14-22, 2013.

PEN-MOURATOV, S.; SHUKUROV, N.; STEINBERGER, Y. Influence of industrial heavy metal pollution on soil free-living nematode population. **Environmental Pollution**, v. 152, n. 1, p. 172-183, 2008.

PEN-MOURATOV, S.; SHUKUROV, N.; STEINBERGER, Y. Soil free-living nematodes as indicators of both industrial pollution and livestock activity in Central Asia. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 10, n. 5, p. 955-967, 2010.

PEREIRA, F. M.; SOUZA, R. M.; SOUZA, P. M.; DOLINSKI, C.; SANTOS, G. K. Estimativa do impacto econômico e social direto de *Meloidogyne mayaguensis* na cultura da goiaba no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n.2, p. 176–181, 2009.

PIEDRAHITA, O. A. G.; ZAPATA, J. C. Identificación de nematodos fitoparasitos em guayabo (*Psidium guajava* L.), en el municipio de Manizales (Caldas), Colombia. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, Bogotá, v. 34, n. 130, p. 117-126, 2010.

REHMAN, A. U.; JAVED, N.; AHMAD, R.; SHAHID, M. Protective and curativa effect of bio-products against the invasión and development of root-knot nematode in tomato. **Pakistan Journal of Phytopathology**, Faisalabad, v. 21, n. 1, p. 37-40, 2009.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. U.S. Department of Agriculture: Washington, DC, 1954. 160p. (Manual de Agricultura 60).

RIZVI, R.; MAHMOOD, I.; TIYAGI, S. A.; KHAN, Z. Conjoint effect of oil-seed cakes and *Pseudomonas fluorescens* on the growth of chickpea in relation to the management of plant-parasitic nematodes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 55, n. 6, p. 801-808, 2012.

RODRIGUES, C. V. M. A.; PEDROSA, E. M. R.; OLIVEIRA, A. K. S.; LEITÃO, D. A. H. S.; BARBOSA, N. M. R.; OLIVEIRA, N. J. V. Distribuição vertical da nematofauna associada à cana-de-açúcar. **Nematropica**, Flórida, v. 41, n. 1, p. 5-11, 2011.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em Latossolo Vermelho sob plantio de soja no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 233-241, 2012.

ROUSK, J.; BROOKES, P. C.; BÄÄTH, E. Contrasting soil pH effects on fungal and bacterial growth suggest functional redundancy in carbon mineralization. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 75, n. 6, p. 1589-1596, 2009.

RUAN, W.; SANG, Y.; CHEN, Q.; ZHU, X.; LIN, S.; GAO, Y. The response of soil nematode community to nitrogen, water, and grazing history in the inner Mongolian Steppe, China. **Ecosystems**, v. 15, n. 7, p. 1121-1133, 2012.

RUAN, W.; REN, T.; CHEN, Q.; ZHU, X.; WANG, J. Effects of conventional and reduced N inputs on nematode communities and plant yield under intensive vegetable production. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 66, p. 48-55, 2013.

SANTOS, K. S., MONTENEGRO, A. A. A., ALMEIDA, B. G., MONTENEGRO, S. M. G. L., ANDRADE, T. S., FONTES JÚNIOR, R. V. P. Variabilidade espacial de atributos físicos em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 828-835, 2012.

SCHROEDER, J.; THOMAS, S. H.; MURRAY, L. Yellow and purple nutsedge and chile peppers host southern root-knot nematode. **Weed Science**, Lawrence, v. 41, p. 150-156, 1993.

SEGAL, E.; KUSHNIR, T.; MUALEM, Y.; SHANI, U. Microsensing of water dynamics and root distributions in sandy soils. **Vadose Zone Journal**, Madison, v. 7, n. 3, p. 1018–1026, 2008.

SGRIGNOLI, L. A.; ALMEIDA, A. G.; OLIVEIRA, A. S.; OTOBONI, A. M. M. B.; PARDO, R. B.; MARINELLI, P. S.; OTOBONI, C. E. M. Análise química do solo e levantamento de fitonematoides em hortas do município de Marília/SP. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 25, n. 1, p. 1-16, 2014.

SHAO, Y. H.; FU, S. L. The diversity and functions of soil nematodes. **Biodiversity Science**, v. 15, n. 2, p. 116-123, 2007.

SHUKUROV, N.; PEN-MOURATOV, S.; STEINBERGER, Y. The influence of soil pollution on soil microbial biomass and nematode community structure in Navoiy Industrial Park, Uzbekistan. **Environmental International**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 1-11, 2006.

SILVA, J. C. T.; OLIVEIRA, R. D. L.; JHAM, G. N.; AGUIAR, N. D. C. Effect of neem seed extracts on the development of the soybean cysts nematode. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 171-179, 2008.

SINHA, N. K.; MOHANTY, M.; MEENA, B. P.; DAS, H.; CHOPRA, U. K.; SINGH, A. K. Soil quality indicators under continuous cropping systems in the arid ecosystem of India. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 2, p. 285-293, 2014.

SOHLENIUS, B. Influence of climatic conditions on nematode coexistence a laboratory experiment with a coniferous forest soil. **Oikos**, Saint Gallen, v. 44, p. 430-438, 1985.

SOHLENIUS, B.; SANDOR, A. Vertical distribution of nematodes in arable soil under grass (*Festuca pratensis*) and barley (*Hordeum distichum*). **Biology & Fertility of Soils**, Brisbane, v. 3, n. 1–2, p. 19–25, 1987.

SOMASUNDARAM, J.; SINGH, R. K.; ALI, S.; SETHY, B. K.; SINGH, D.; LAKARIA, B. L.; CHAUDHARY, R. S.; SINGH, R. K.; SINHA, N. K. Soil aggregates and other properties as

influenced by different long term land uses under table landscape topography of Chambal region, Rajasthan, India. **Indian Journal of Soil Conservation**, Nova Déli, v. 40, n. 3, p.212-217, 2013.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. SAS INSTITUTE. **SAS/STAT® 9.2 User's Guide**. Version 9.2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2008. 584p.

STHANU, L. K.; SARASAMMA, J. D.; IYER, R. T.; CHELLAPPAN, M. Soil quality mapping studies using nematodes as bioindicators. **Open Journal of Soil Science**, Coulterville, v. 3, n. 7, p. 323-335, 2013.

STIRLING, G. **Suppressive soils for biological controls of root-knot nematodes on vegetable crops**. Sydney: Horticultural Australia Ltda, 2005. 61p. (Relatório Técnico)

SUJA, G.; SUNDARESAN, S.; JOHN, K. S.; SREEKUMAR, J.; MISRA, R. S. Higher yield, profit and soil quality from organic farming of elephant foot yam. **Agronomy for Sustainable Development**, Heidelberg, v. 32, n. 3, p. 755-764, 2012.

SUREKHA, K.; RAO, K. V.; RANI, S.; LATHA, P. C.; KUMAR, R. M. Evaluation of organic and conventional rice production systems for their productivity, profitability, grain quality and soil health. **Agrotechnology**, Foster City, n. S11, p. 006, 2013.

TAHSEEN, Q.; HUSSAIN, A.; KHAN, R. Descriptions of three new and a known species of *Prismatolaimus* de Man, 1880 (Nematoda: Enoplida) from fresh water habitats in India. **Journal of Nematode Morphology and Systematics**, v. 9, n. 2, p. 109-125, 2007.

TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 441-446, 2001.

TAYE, W.; SAKHUJA, P. K.; TEFERA, T. Root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) management using botanical in tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Academia Journal of Agricultural Research**, Nova Iorque, v. 1, n. 1, p. 9-16, 2013.

TENUTA, M.; FERRIS, H. Sensitivity of nematode life-history groups to ions and osmotic tensions of nitrogenous solutions. **Journal of Nematology**, Flórida, v. 36, n. 1, p. 85-94, 2004.

TONG, F.; XIAO, Y.; WANG, Q. Soil nematode community structure on the northern slope of Changbai Mountain, Northeast China. **Journal of Forestry Research**, v. 21, n. 1, p. 93-98, 2010.

TORRES, G. R. C.; PEDROSA, E. M. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; MICHEREFF, S. J.; MOURA, R. M. Aspectos ecológicos de comunidade de nematoides associada a cultivo de *Cucumis melo* no Rio Grande do Norte. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 30, n. 1, p. 1-9, 2006.

van EEKEREN, N.; BOER, H.; HANEGRAAF, M.; BOKHORST, J.; NIEROP, D.; BLOEM, J.; SCHOUTEN, T.; de GOEDE, R.; BRUSSARD, L. Ecosystem services in grassland associated with biotic and abiotic soil parameters. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 42, n. 9, p. 1491-1504, 2010.

van EERD, L. L.; CONGREVES, K. A.; HAYES, A.; VERHALLEN, A.; HOOKER, D. C. Long-term tillage and crop rotation effects on soil quality, organic carbon, and total nitrogen. **Canadian Journal of Soil Science**, Manitoba, v. 94, n. 3, p. 303-315, 2014.

VIKETOFT, M. Determinants of small-scale spatial patterns: Importance of space, plants and factors for soil nematodes. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 62, p. 92-98, 2013.

VONK, J. A.; BREURE, A. M.; MULDER, C. Environmentally-driven dissimilarity of trait-based indices of nematodes under different agricultural management and soil types. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 179, p. 133-138, 2013.

VONK, J. A.; MULDER, C. Contrasting influence of soil nutrients and microbial community on differently sized basal consumers. **Naturwissenschaften**, Heidelberg, v. 100, n. 7, p. 611-620, 2013.

WANG, K.; McSORLEY, R.; GALLAHER, R. N. Relationship of soil management history and nutrient status to nematode community structure. **Nematropica**, Flórida, v. 34, n. 1, p. 83-96, 2004.

WANG, C.; BRUENING, G.; WILLIAMSON, V. M. Determination of preferred pH for root-knot nematode aggregation using pluronic F-127 gel. **Journal of Chemical Ecology**, v. 35, n. 10, p. 1242-1251, 2009.

WRIGHT, K. A. Nematode chemosensilla: form and function. **Journal of Nematology**, Florida, v. 15, n. 2, p. 151-158, 1983.

XIAO, H. F.; TIAN, Y. H.; ZHOU, H. P.; AI, X. S.; YANG, X. D.; SCHAEFER, D. A. Intensive rubber cultivation degrades soil nematode communities in Xishuangbanna, southwest China. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 76, p. 161-169, 2014.

YANG, Y.; ZHANG, S. Identification of *Pratylenchus brachyurus* from the root of guava. **Chinese Journal of Tropical Crops**, n. 8, p. 1557-1563, 2013.

YEATES, G. W.; BONGERS, T.; de GOEDE, R. G. M.; FRECKMAN, D. W.; GEORGIEVA, S. S. Feeding habits in soil nematode families and genera - an outline for soil ecologists. **Journal of Nematology**, Florida, v. 25, n. 3, p. 315–331, 1993.

YEATES, G. W.; PATTISON, A. B. Moving up the food chain: Protozoa and nematodes. In: UPHOFF, N.; BALL, A. S.; FERNANDES, E.; HERREN, H.; HUSSON, O.; LAING, M. (Eds.) **Biological approaches to sustainable soil systems**. Nova Iorque: CRC/Marcel Dekker, 2006, p. 149-162.

YEOMANS, J. O.; BREMMER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Londres, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.

ZAPATA, K.; CORTES, F. B.; ROJANO, B. A. Polifenoles y actividad antioxidante del fruto de guayaba agria (*Psidium araca*). **Información Tecnológica**, La Serena, v. 24, n. 5, p. 103-112, 2013.

ZHANG, S.; LI, Q.; LÜ, Y.; SUN, X.; JIA, S.; ZHANG, X.; LIANG, W. Conservation tillage positively influences the microflora and microfauna in the black soil of Northeast China. **Soil & Tillage Research**, Oxford, v. 149, p. 46-52, 2015.

ZHANG, Z.; ZHANG, X.; JHAO, J.; ZHANG, X.; LIANG, W. Tillage and rotation effects on community composition and metabolic footprints of soil nematodes in a black soil. **European Journal of Soil Biology**, Londres, v. 66, p. 40-48, 2015.