

ÉLVES OBEDE DOS SANTOS NUNES

**COMPOSIÇÃO DA NEMATOFUNA E QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVO
DE GOIABEIRA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO E EM ÁREAS NATIVA,
EM REGENERAÇÃO E EM CULTIVO CONVENCIONAL NO SEMIÁRIDO**

**Recife - PE
Agosto, 2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**COMPOSIÇÃO DA NEMATOFUNA E QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVO
DE GOIABEIRA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO E EM ÁREAS NATIVA,
EM REGENERAÇÃO E EM CULTIVO CONVENCIONAL NO SEMIÁRIDO**

ELVES OBEDE DOS SANTOS NUNES

Orientadora:

Profa. Dra. Elvira Maria Regis Pedrosa

**Recife - PE
Agosto, 2023**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

ELVES OBEDE DOS SANTOS NUNES

**COMPOSIÇÃO DA NEMATOFUNA E QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVO
DE GOIABEIRA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO E EM ÁREAS NATIVA,
EM REGENERAÇÃO E EM CULTIVO CONVENCIONAL NO SEMIÁRIDO**

Tese 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 parte do requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Orientadora:

Profa. Dra. Elvira Maria Regis Pedrosa

Recife - PE
Agosto, 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N972c NUNES, ELVES OBEDE DOS SANTOS NUNES
COMPOSIÇÃO DA NEMATOFUNA E QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVO
DE GOIABEIRA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO E EM ÁREAS NATIVA, EM
REGENERAÇÃO E EM CULTIVO CONVENCIONAL NO SEMIÁRIDO / ELVES
OBEDE DOS SANTOS NUNES NUNES. - 2023.
92 f. : il.

Orientadora: Elvira Maria
Regis Pedrosa. Inclui
referências.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola, Recife, 2023.

1. Agroecologia. 2. Bioindicador. 3. Caatinga. 4. Nematóide. 5. Psidium guajava. I.
Pedrosa, Elvira Maria Regis, orient. II. Título

CDD 630

ELVES OBEDE DOS SANTOS NUNES

Tese de doutorado apresentada em 31 de agosto de 2023 ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor.

COMPOSIÇÃO DA NEMATOFUNA E QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVO DE GOIABEIRA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO E EM ÁREAS NATIVA, EM REGENERAÇÃO E EM CULTIVO CONVENCIONAL NO SEMIÁRIDO

COMISSÃO JULGADORA

ORIENTADORA:

Profa. Dra. Elvira Maria Regis Pedrosa (UFRPE)

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Thieres George Freire da Silva (UFRPE/UAST)

Profa. Dra Lilian Margarete Paes Guimarães (UFRPE)

Prof. Dr. Wagner Luís da Silva Souza (IFPE)

Dr. Valdemir de Paula e Silva Junior (SANEAPE)

Recife - PE
Agosto, 2023

"O importante na ciência não é obter novos dados, mas descobrir novas
maneiras de pensar sobre eles"

William L. Bragg

A minha mãe Maria Graciete dos Santos Nunes e minha madrinha Maria do Ceu Nunes Cordeiro por todo amor, carinho, paciência, apoio e por estarem ao meu lado em todas as minhas decisões, com todo o amor.

Dedico

vi

AGRADECIMENTO

Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco / Dois Irmãos pela infraestrutura oferecida e aos técnicos pelo apoio. Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola (PGEA) pela oportunidade de crescimento profissional. E todos os professores do (PGEA) que contribuíram com meu conhecimento ao longo destes dois anos.

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela disponibilidade da bolsa de estudos.

Aos meus pais Jose Nunes de Souza e Maria Graciete dos Santos Nunes, por me apoiarem em minhas decisões, e principalmente, por todo esforço que fizeram para me oferecer o presente mais sublime: à educação.

A minha namorada Ellen Ketlen, pelo companheirismo e apoio nestes em todos os momentos nestes anos. Aos demais familiares pelo apoio nas dificuldades e por proporcionarem tantos momentos de felicidade.

A Profa. Dra. Elvira Maria Regis Pedrosa, pelo apoio, pela orientação, pelas oportunidades, pela amizade construída nesses anos de pós-graduação, pelos conselhos pessoais e profissionais, por acreditar em mim, na minha competência e responsabilidade, e que com suas palavras me fez enxergar mais longe e, alçar voos cada vez mais altos. Levarei sempre comigo os seus ensinamentos.

Ao meu orientador da graduação Prof. Dr. Thieres George Freire da Silva e ao meu orientador do mestrado Prof. Dr. José Ramon Barros Cantalice por todos os ensinamentos, colaboração e auxílio na minha formação acadêmica e iniciação científica e pós-graduação.

Ao Grupo do laboratório de nematologia do departamento da Fitossanidade da UFRPE (LAFNEMA), que fazem e fizeram parte dessa conquista. Sem dúvidas vocês foram indispensáveis para conclusão deste trabalho. Agradeço cada momento compartilhado, risos, conversas, conselhos, amizades e respeito. Desejo-lhes um caminho iluminado com muita paz e sucesso.

Em especial aos colegas e amigos (Ivis Andrei, André Juez, Carlos André, Bruno Mendes, David, Felipe, Joaquin, Thayná, Mariana, Edinalda, Gabriel, Kenny e Mauricio) pelos momentos de alegria e trabalhos vividos.

A pessoa do Sr. Josenildo Vieira de Mello proprietário da fazenda Quilharia da Barra não só por nos abrir as portas para nossa pesquisa, como também por fornece toda a ajuda necessária em campo.

NUNES, ELVES OBEDE DOS SANTOS. **COMPOSIÇÃO DA NEMATOFAUNA E QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVO DE GOIABEIRA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO E EM ÁREAS NATIVA, EM REGENERAÇÃO E EM CULTIVO CONVENCIONAL NO SEMIÁRIDO.** 2023. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

RESUMO GERAL

O mau uso agrícola do solo é um dos principais fatores responsáveis pelo acelerado processo de degradação ambiental do semiárido brasileiro. A fruticultura irrigada no Nordeste é uma atividade agrícola de grande importância para a Região e tem na goiabicultura um agronegócio rentável e amplamente difundido. O uso de técnicas convencionais vem aumentando o uso de agroquímicos, muitas vezes sem solução para as pragas e patógenos que afetam a cultura. A agroecologia é um modelo de agricultura alternativa que engloba técnicas ecológicas de cultivo com sustentabilidade social, ambiental e cultural. O objetivo do estudo foi determinar variações na estrutura e composição da comunidade de nematoides em cultivo de goiabeira no período seco com irrigação e chuvoso sem irrigação em sistema agroecológico no Semiárido, analisar variações na estrutura e composição da comunidade de nematoides em áreas de caatinga nativa, em recuperação e em cultivo convencional, no período seco e chuvoso e relacionar a estrutura e composição da nematofauna com a temperatura, frações granulométricas do solo, densidade de partícula, porosidade, estoque de carbono, pH e condutividade elétrica do solo. No sistema agroecológico, de maneira geral, as variações das condições físicas e químicas do solo foram relativamente baixas, embora algumas variáveis tenham mostrado alterações substanciais entre os dois períodos, a exemplo da temperatura e do estoque de carbono do solo. Por outro lado, a abundância dos espécimes, em todos os grupos tróficos, mostrou alta variação entre os dois períodos. Os parasitas de planta foram dominantes em relação aos demais grupos, nos dois períodos, com incremento populacional do período chuvoso para o período seco de 300%, destacando-se o gênero ectoparasita *Helicotylenchus*. Entre os não parasitas de planta, o aumento do número de espécimes do período chuvoso para o seco dos bacteriófagos, predadores e micófagos foi de 200, 100 e 100%, respectivamente. As principais variáveis que se correlacionaram com os taxa

encontrados foram pH, densidade de partícula, umidade e tamanho das partículas do solo. A caatinga preservada registrou as menores amplitudes e aumento de temperatura nos dois períodos, embora as maiores amplitudes e médias de temperatura tenham ocorrido no período seco, nas três áreas. No período chuvoso, a caatinga preservada e em regeneração abrigaram a maior quantidade de gêneros de nematoides de vida livre e parasitas de planta. Os parasitas de plantas, especialmente *Helicotylenchus*, foram dominantes em todas as áreas e períodos. A temperatura do solo, frações granulométricas, estoque de carbono, e condutividade elétrica foram as variáveis abióticas do solo que mais se correlacionaram com os taxa. As variáveis abióticas mostraram baixa correlação com nematóides onívoros e predadores e correlação moderada com os parasitas de planta, micófagos e bacterívoros, indicando a capacidade bioindicadora dos nematoides em relação aos parâmetros de estresse que afetam a qualidade do solo. A composição taxonômica da comunidade de nematoides foi diferente para os três tipos de manejo, com dissimilaridade média geral de 0,43 e 0,39% ($P < 0,001$), no período chuvoso e seco, respectivamente, com maior contribuição dos parasitas de plantas.

Palavras-chave: Agroecologia, bioindicador, Caatinga, nematoide, *Psidium guajava*, saúde do solo.

NUNES, ELVES OBEDE DOS SANTOS. **NEMATOFUNA COMPOSITION AND SOIL QUALITY IN GUAVA CULTIVATION IN AN AGRO-ECOLOGICAL SYSTEM AND IN NATIVE AREAS, IN REGENERATION AND CONVENTIONAL CULTIVATION IN THE SEMIARID REGION.** 2023. Thesis (Doctorate in Agricultural Engineering) - Federal Rural University of Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brazil.

GENERAL ABSTRACT

The inappropriate agricultural use of soil is one of the main drive factors accelerating environmental degradation process in the Brazilian semi-arid region. The irrigated fruit growing in Northeast of Brazil is an agricultural activity of high importance in which guava is a profitable and widespread agribusiness. The use of conventional techniques has increased the use of agrochemicals, often without a solution for the pests and pathogens that affect the crop. Agroecology is a model of alternative agriculture that encompasses ecological cultivation techniques with social, environmental, and cultural sustainability. The objective of the study was to determine variations in the structure and composition of the nematode community in guava cultivation in the dry (with irrigation) and rainy (without irrigation) season in an agroecological system in the semiarid region, evaluate variations in nematode community structure and composition in areas of native and in recovery caatinga and in conventional cultivation, in dry and rainy season, and relate the structure and composition of the nematode community with the soil temperature, particle size, particle density, porosity, organic matter, carbon stock, pH and electrical conductivity. In general, within the agroecological system variations in physical and chemical soil conditions were relatively low, although some variables showed substantial changes between the two study periods, such as temperature and soil carbon stock. On the other hand, the abundance of specimens, in all trophic groups, showed strong variation between the two periods. Plant-parasitic nematodes were dominant in relation to the other nematode groups, in both periods, increasing population in 300% from the rainy to the dry period, with emphasis on the ectoparasite genus *Helicotylenchus*. Within non-plant parasites, the increase in the number of specimens from the rainy to the dry season was 200, 100 and 100% for bacteriophages, predators and mycophages, respectively. Soil particle density, pH, soil moisture and particle size were the main variables that correlated with the taxa. The preserved caatinga

recorded the smallest amplitudes and temperature increase in both periods, despite the highest amplitude and mean temperature in the dry period, in the three areas. In the rainy season, preserved and regenerating caatinga supported the higher number of plant parasite and free-living nematode genera. Besides, the plant parasites were dominant in all areas and periods. Temperature, particle size, organic matter, carbon stock, and electrical conductivity were the soil abiotic variables that most correlated with nematode taxa. the abiotic variables had low correlation with omnivorous and predatory nematodes and moderate correlation with plant parasitic, fungivorous and bacterivorous nematodes, reinforcing nematode's ability for assess soil quality. Taxonomic composition of nematode community was different under the three managements, with an overall mean dissimilarity of 0.43 and 0.39% ($P < 0.001$) in the rainy and dry season, respectively, standing up the major role of the plant parasites.

Key-words: Agroecology, bioindicator, Caatinga, nematode, *Psidium guajava*, soil health.

Sumario

1.0. INTRODUÇÃO GERAL	15
2.0. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo geral	16
2.2. Objetivos específicos	17
CAPÍTULO 1	18
REVISÃO DE LITERATURA	18
3.0. REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1. Sistema agroecológico e a importância no semiárido Pernambucano	19
3.2. A cultura da goiabeira	20
3.3. Nematoides do solo	22
3.4. Efeito da irrigação sobre a biota do solo	23
3.5. Estoque de carbono no solo	24
4.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
CAPÍTULO 2	34
<i>Composição da nematofauna e qualidade do solo em cultivo de goiabeira em sistema agroecológico no Semiárido</i>	34
<i>Resumo</i>	35
<i>Abstract</i>	36
5.1. INTRODUÇÃO	37
5.1. MATERIAL E MÉTODOS	38
5.2. Caracterização da área experimental	38
5.3. Amostragem e determinação das variáveis estudadas	40
5.4. Análise estatística	42
6.0. RESULTADOS	42
7.0. DISCUSSÃO	50

6.0. CONCLUSÕES	54
7.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
CAPÍTULO 3	58
<i>Composição da nematofauna e qualidade do solo em áreas nativa, em regeneração e cultivo convencional na Caatinga</i>	58
<i>Resumo</i>	59
<i>Abstract</i>	60
8.0. INTRODUÇÃO	60
9.0. MATERIAL E MÉTODOS	62
9.1. Caracterização da área experimental	62
9.2. Amostragem e determinação das variáveis estudadas	63
9.3. Análise estatística	66
10.0. RESULTADOS	66
11.0. DISCUSSÃO	81
12.0. CONCLUSÕES	86
13.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
CAPÍTULO 4	92
<i>Conclusões Gerais</i>	92
14.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS	93

1.0. INTRODUÇÃO GERAL

As potencialidades a serem exploradas no semiárido devem ser viáveis no âmbito da sustentabilidade e da economia, sem comprometer a natureza, para que as atividades agrícolas sejam realizadas de acordo com as características próprias (Andrade *et al.*, 2010). Nesse contexto, a agroecologia é uma ciência que estabelece a biodiversidade de modo que sistemas agrícolas estejam ligados a serviços ambientais (Altieri, 2012).

A fruticultura irrigada está há muitos anos presente no semiárido Brasileiro e tem grande contribuição econômica para a região. A irrigação promove o aumento na produção (Feitosa *et al.*, 2018), tanto em pequenas propriedades como em grandes áreas de cultivo. Entre as culturas importantes para a região, destaca-se a goiabeira (*Psidium guajava* L.), uma planta da família Myrtaceae, de origem da América do Sul e Central, resistente à seca e a altas temperaturas, comuns no semiárido nordestino (Forato *et al.*, 2015). Esta planta apresenta boa produção durante o ano, o que a fez muito popular, graças a contínua oferta de frutos (Onias *et al.*, 2018).

Devido ao valor nutricional, preço baixo e fácil comercialização da goiaba, inúmeros produtos podem ser processados, tais como: sucos, geleias, néctares, xaropes, doces concentrados e enlatados, os quais possuem grande aceitação do mercado (Nimisha *et al.*, 2013; Patil *et al.*, 2014). No entanto, o cultivo da goiabeira requer muitos cuidados, devido às pragas que atacam a cultura, como os nematoides (Embrapa, 2016). O principal problema da cultura é a doença conhecida como declínio da goiabeira causada pelo nematoide *Meloidogyne enterolobii* (Yang e Eisenback, 1983), junto com o fungo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (Gomes *et al.*, 2011).

No entanto, nem todos os nematoides causam doenças em plantas. A maioria destes organismos têm outras funções no solo, como por exemplo, afetam a transformação de carbono e nitrogênio, como também, o equilíbrio do ecossistema do solo, devido ao seu papel na cadeia alimentar do solo (Sohlenius, 1980; Hunt; Wall, 2002). Assim, os dados oriundos da formação da comunidade de nematoides do solo compõem um conjunto de características, as quais informam muito sobre a sanidade do solo (Ugarte *et al.*, 2013).

Entre os fatores que influenciam a comunidade de nematoides destacam-se, a umidade e morfologia do solo, pois sendo animais invertebrados, que se deslocam no espaço poroso do solo, os nematoides e sua atuação sobre as plantas são influenciados pelas propriedades morfológicas do solo (Neher *et al.*, 1999). As comunidades de nematoides estão diretamente relacionadas à condição ecológica do solo, o que por sua vez estão intrinsecamente ligadas à sustentabilidade agrícola da produção (Moura; Franzener, 2017).

O impacto de nematoides em uma cultura irrigada é de extrema importância econômica para o nordeste brasileiro. No caso da goiabeira, há também necessidade da análise deste impacto em plantios não convencionais com tratamentos culturais agroecológicos diferenciados, porém em sistemas irrigados, que podem ter um efeito significativo sobre a biota do solo.

Assim sendo, o uso de novos modelos de cultivo de frutíferas consorciadas, sem a utilização de insumos químicos, e espacialização aleatória dentro das áreas de cultivo demandam maiores cuidados ou formas de manejo.

Outro fator importante é a redução ou minimização da ocorrência de pragas agrícolas, fazendo com que o próprio equilíbrio ecológico desse ambiente determine que eventuais pragas não causem prejuízo ao produtor. Além do mais, há poucas informações sobre a ação de nematoides parasitos de planta em culturas frutíferas para os pequenos produtores que optam por um modelo agroecológico, especialmente no semiárido nordestino

2.0. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Utilizar a comunidade de nematoides do solo para avaliar a qualidade do solo em cultivo de goiabeira em sistema agroecológico e em áreas nativas, em recuperação e agrícolas para auxiliar no manejo de áreas agrícolas e em recuperação no Semiárido.

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar variações na estrutura e composição da comunidade de nematoides em cultivo de goiabeira no período seco irrigado e chuvoso sem irrigação em sistema agroecológico no Semiárido;
2. Relacionar a estrutura e composição da nematofauna com a temperatura, frações granulométricas do solo, densidade de partícula, porosidade, estoque de carbono, pH e condutividade elétrica do solo;
3. Utilizar a nematofauna como indicativo da qualidade do solo em áreas nativas, em recuperação e agrícolas para auxiliar no manejo de áreas em recuperação no Semiárido.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

3.0. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Sistema agroecológico e a importância no semiárido Pernambucano

Um modelo de agricultura sustentável está baseado na utilização de recursos disponíveis de forma mais eficiente, na qual possa atender às demandas da população que aumenta, preservando recursos naturais e garantindo o equilíbrio do meio ambiente (Houssay, 2001)

A elaboração de modelos de agroecossistemas busca garantir os recursos ecossistêmicos e reduzir o uso de insumos exteriores, baseando-se na qualidade e produtividade da cultura a partir de um manejo e de práticas que conservem o solo (Palomo-Campesino *et al.*, 2018; Duru *et al.*, 2015; Nicholls; Altieri, 2017).

A agroecologia consiste em uma disciplina a qual tem fundamentos ecológicos de estudar, gerenciar e projetar agroecossistemas produtivos e de conservação dos recursos naturais, sendo socialmente justos, ambientalmente corretos e economicamente viáveis (Altieri, 1995, 2002). Mesmo a agroecologia possuindo modelos de cultivos pouco impactantes ao meio ambiente e ao homem, deve-se ressaltar os demais aspectos que fazem parte do coletivo que engloba esse termo (Barbosa, 2017).

Um agroecossistema consiste em uma interação entre o ambiente e um conjunto de organismos vivos, ocorrendo de forma química e física, o qual está sendo alterado pelo homem para a produção de bens (Gliessman, 1998). Os princípios agroecológicos visam diminuir resíduos e insumos agrícolas, conservando os recursos naturais e o uso da diversidade para garantir ao sistema maior resiliência (Botreau *et al.*, 2014).

Em contrapartida, o modelo agrícola usado geralmente na Região Semiárida provoca impactos, como a degradação e empobrecimento dos solos, redução da vegetação nativa, redução de bancos de sementes tradicionais e mudanças climáticas (Barreiro, 2011). Além da, falta do manejo e do planejamento mais adequado nas áreas de matas secas, principalmente sobre os solos agrícolas, tem resultado na degradação dos solos nesses ambientes com perda da biodiversidade (D' Odorico *et al.*, 2013). Segundo Giongo *et al.*

(2010), para conter e reverter o processo de degradação, os sistemas produtivos e extrativistas devem estar vinculados ao modelo de sistema e manejo sustentáveis.

Faz parte de estratégia sustentável no desenvolvimento da Região Semiárida do Nordeste, uma agricultura de sequeiro agregada à irrigação, que deve ser elaborada coexistindo sem dependência direta de apenas alocação de recursos, e que demande inovações tecnológicas e institucionais para apresentar seu potencial total (Unger, 2009).

Conseqüentemente, para que a convivência com o Semiárido realmente se estabeleça de acordo com a população da Região e suas expectativas, é de relevante importância o desenvolvimento de tecnologias alternativas para a agricultura local (Mi, 2009).

Desse modo, é fundamental a compreensão de que, para a obtenção de êxito desta região, o seu desenvolvimento deve estar atrelado à exploração sustentável dos recursos naturais, enfrentando os desafios da convivência ambientalmente harmoniosa com a sensibilidade de seus ecossistemas existentes (Andrade *et al.*, 2010).

3.2. A cultura da goiabeira

A goiabeira é uma planta frutífera, sendo a espécie mais importante da família Myrtaceae, que possui 130 gêneros com 3 mil espécies de árvores e arbustos, com maior concentração nas áreas de climas subtropical e tropical (Barbosa *et al.*, 2010; Huang *et al.*, 2020). A espécie tem uma vasta distribuição nestas regiões, onde muitos habitantes de diferentes países, têm esta espécie como nativa de suas respectivas regiões (Singh, 2007).

Esta espécie vegetal é de fácil propagação, inclusive de forma natural, o que a faz presente em vários lugares. Sua dispersão é rápida, como também sua adaptação a diferentes ambientes, principalmente nas áreas tropicais onde está *Myrtaceae* está presente (Menzel, 1985).

Existem três centros de diversidade desse gênero: 1. Norte da América do Sul (Guianas, Venezuela e Peru), 2. Oeste da Ásia e 3. Sudeste do Brasil e Paraguai (Soares-Silva; Proença, 2008). Esta planta apresenta algumas

características morfológicas, tais como: plantas adultas que podem atingir de três a seis metros de altura, um caule lenhoso e ramificado, com folhas opostas de formato elíptico oblongo, sua floração apresenta flores brancas e hermafroditas podendo apresentar-se em grupo de duas ou três, localizadas nas axilas das folhas (Manica *et al.*, 2000; Francisco *et al.*, 2012).

A goiabeira tem grande importância econômica para a produção agrícola. Segundo IBGE (2020), é a 11ª espécie frutífera de maior relevância econômica no país, onde em 2018 cultivou-se uma área de 21,5 mil hectares, com uma produção estimada de R\$ 800 milhões. Devido à necessidade da cultura por maior mão de obra, se comparado com os grãos por exemplo, também apresenta menor escala de mercado. No entanto, tem vantagem na empregabilidade da mão de obra familiar em pequenas propriedades, o que agrega maior tratos culturais especializados, com o que pode ser mais maleável a oscilação de preços, devido ao menor custo de produção (Rozane; Oliveira; Lirio, 2003).

A importância comercial da goiabeira, tanto no país como no mundo, está relacionada às diferentes formas de consumo, podendo ser natural ou processada na forma de doces. A fruta tem valor nutricional alto, contendo principalmente as vitaminas A e do complexo B, tendo uma maior quantidade de ácido ascórbico (vitamina C), podendo ser maior do que em alguns citros (Pommer *et al.*, 2012). Também possui grande quantidade de licopeno, vitamina E, zinco, fibra e niacina (Choudhury *et al.*, 2001).

A goiaba é uma fruta que é muito consumida in natura, porém devido à alta taxa de respiração, sofre amadurecimento rápido, podendo depreciar-se no armazenamento, quando em temperatura ambiente (Hong *et al.*, 2012; Vishwasrao; Ananthanarayan, 2016).

Com grandes áreas apresentado solo e clima ideais ao cultivo e comercialização da goiabeira, o Brasil tem grande destaque, onde este atributo é de extrema importância, não só pela importância nutricional da fruta, mas também pelo valor de crescimento para a produção agrícola, tanto na exportação como na atividade industrial (Rozane; Oliveira; Lirio, 2003).

A cultura da goiabeira está bastante difundida no território nacional, graças aos aspectos edafoclimáticos favoráveis ao seu crescimento em todas as áreas tropicais do país (Pommer *et al.*, 2006). Ressalta-se as áreas irrigadas do nordeste, onde a cultura foi introduzida há mais de 24 anos, especialmente nos

estados da Bahia e Pernambuco, surgindo como uma opção de diversificação da fruticultura desta região, contribuindo para aumentar a oferta no mercado interno e também para exportação da fruta no país (Castro *et al.*, 2017; Embrapa, 2020).

3.3. Nematoides do solo

Entre os microrganismos do solo, os nematoides constituem o grupo mais diversificado, com grande importância para a transformação e ciclagem de nutrientes, como também, para a matéria orgânica e sua decomposição (Nisa *et al.*, 2021).

Os nematoides são organismos pluricelulares, pertencentes ao filo Nematoda, que ocorrem em quase todos os habitats e ecossistemas do planeta, marinhos e águas doces, como em variados tipos de solos (Escobar *et al.*, 2015). Possuem uma grande quantidade de adaptações tróficas, convivem com fungos e bactérias, podendo ser de vida livre buscando alimento no meio, ou parasitas de plantas e animais (Kundu *et al.*, 2020). Apresentam uma vasta quantidade de estilos de vida, atuando como predadores, onívoros, parasitas de plantas, fungívoros e bacterívoros (Yeates *et al.*, 1993; Yeates, 1999).

Pertencendo à pequena fauna do solo, os nematoides possuem comprimento na fase adulta entre 0,3 e 5,0 mm. Nos solos, muitas vezes, possuem abundância de vários milhões de indivíduos por metro quadrado, distribuídos em vários grupos tróficos (Yeates, 1979; Bloemers *et al.*, 1997).

Contudo, os nematoides parasitas de planta causam aproximadamente entre 8-15% de perdas agrícolas em lavouras no mundo inteiro, somando um prejuízo próximo a US \$ 80 bilhões (Kiontke; Fitch, 2013).

Os nematoides constituem uma parte importante da biodiversidade do solo, como os mais abundantes e animais funcionalmente diversos que afetam o desempenho da planta (Wilschut; Geisen, 2021). A estrutura que compõe o solo influencia os nematoides, devido ao tamanho dos poros que podem ser vantajosos para a sua locomoção, permitindo que se movimentem entre os mesmos (PERRY; MOENS, 2006).

Os nematoides têm um grande destaque no ecossistema do solo. Por meio de sua alimentação, controlam a biomassa de fungos e bactérias, além de promoverem a mineralização do nitrogênio (Yang *et al.*, 2019; Ferris *et al.*, 1998). Sendo um grupo funcionalmente e morfológicamente diverso, os nematoides constituem, dentro da fauna do solo, a comunidade mais ubíqua e abundante da rede alimentar subterrânea (BARDGETT e VAN DER PUTTEN, 2014) e considerados bons bioindicadores no estudo da biodiversidade e grau de maturidade do ecossistema do solo (Neher; Darby, 2006; Asiedu *et al.*, 2019).

3.4. Efeito da irrigação sobre a biota do solo

A prática de irrigação das lavouras representa cerca de 40% dos rendimentos globais, demonstrando um papel fundamental na produção total de alimentos (Salmon *et al.*, 2015). A irrigação tem sido muito relevante para o crescimento da produção agrícola, uma vez que, possibilitou que áreas que apresentam uma limitação agrícola devido ao déficit hídrico possam ser incorporadas ao sistema produtivo (Santana *et al.*, 2007). O manejo da irrigação é fundamental para o aumento da produção, permitindo maior lucratividade, frutos mais padronizados e de qualidade, mais de uma safra por ano, além de produção na entressafra, com um aumento de até 30% na produção, se comparado ao sistema de sequeiro (Souza; Silva; Azevedo, 2007).

Sendo uma prática de manejo que interfere diretamente no processo térmico do solo, a irrigação tem como objetivo principal fornecer água para as plantas para a obtenção de uma produção satisfatória (Donatoni *et al.*, 2021).

Entretanto, a irrigação altera o ecossistema do solo e o modifica, tanto no que se refere às suas características intrínsecas como no que diz respeito ao desenvolvimento microbiano (Hartman *et al.*, 2018). As mudanças no solo provocam alteração na salinidade e nutrientes, assim, alterando a umidade de forma negativa, o que interfere na sanidade do solo no campo, afetando as comunidades microbianas e biogeoquímicas nos seus ciclos (Schmidt *et al.*, 2018).

As atividades dos microrganismos e sua sobrevivência no solo são reduzidas muitas vezes por fatores bióticos e abióticos, entre os quais se

destacam o pH, salinidade, substratos orgânicos, temperatura, entre outros (Hornby, 1983). As propriedades físicas e químicas do solo geralmente estão associadas à umidade (Austin *et al.*, 2004). A sanidade do solo está intrinsicamente ligada a funcionalidade de grupos e comunidade do solo que será afetada no habitat pela condição físico-química (Kibblewhite *et al.*, 2008).

Em diversos sistemas de cultivo com diversos graus de mobilização do solo, as propriedades físicas e químicas geralmente são alteradas afetando assim os microrganismos, entre eles os actinomicetos, fungos, bactérias e nematoides (Reis *et al.*, 2011). As comunidades de nematoides presentes no solo com a sua diversidade são mais susceptíveis às mínimas alterações que venham a ocorrer na temperatura e umidade do solo (Bakonyi *et al.*, 2007; Song *et al.*, 2017). Sendo organismos poiquilotérmicos, os nematoides têm na temperatura um fator abiótico extremamente importante para sua biologia e desenvolvimento (Perry, 2002) e, umidade do solo, para a sua segurança corporal (Liu *et al.*, 2009). Além de outros fatores ambientais, os quais influenciam de forma direta a sua sobrevivência (Perry; Moens, 2006).

3.5. Estoque de carbono no solo

Concepções diferentes do uso da terra têm provocado uma crescente elevação de desmatamentos, como também nas atividades agrícolas, que resultam em aumento considerável dos gases do efeito estufa (Minasny *et al.*, 2017). O aumento da pressão sobre os solos, para a obtenção de produção agrícola, segurança energética, água, desacelerar as mudanças climáticas e defender a biodiversidade, desenvolveu o conceito de “segurança do solo”, um tema que agrupa ciência política, biofísica e economia (Mcbratney *et al.*, 2014).

A transformação de ecossistemas naturais em agrícolas está relacionada com uma série de mudanças, as quais se relacionam com a matéria orgânica do solo, de forma a alterar sua adição como também a sua decomposição (Zinn; Lal; Resck, 2005). O carbono orgânico consiste em um sinalizador geral da segurança do solo, onde seu decaimento pode representar a redução desta segurança (Koch *et al.*, 2013). Isso é estritamente fundamental, já que o solo é

a parte mais extensa e de maior estabilidade da terra, que é diretamente, na maior parte dos casos, afetada pela atividade antrópica (Stockmann *et al.*, 2013).

O clima, solo, manejo e cultura são os fatores que influenciam o sistema de carbono orgânico, o que demonstra que muitas informações quantitativas diferem em lugares diferentes, em especial, quando se trata do uso da cobertura sobre o solo (O'Rourke *et al.* (2015). O ciclo global do carbono está diretamente ligado ao comportamento do carbono orgânico no solo. Desta forma, a perda ou entrada de matéria orgânica, assim como a estabilização da mesma que ocorre dentro do solo pela decomposição (Sollins *et al.*, 1996).

Os fatores de formação do solo estão relacionados diretamente com a ciclagem do carbono nos sistemas naturais, pois influenciam a carga de resíduos, e posteriormente, o fluxo de carbono do solo (Stevenson, 1994). A qualidade do solo é totalmente influenciada pelo carbono orgânico, sua reação e transformação (Santos; Tomm, 2003; Hermle *et al.*, 2008).

O solo se constitui como maior armazenador de carbono orgânico da biosfera do planeta e este carbono tem importância para a produção agrícola, como a estrutura do próprio solo e fertilidade, e para os agroecossistemas, sustentabilidade e do ciclo global do carbono (O ' Rourke *et al.*, 2015).

Saber as informações sobre estoque de carbono no solo e seu comportamento, tanto nos agroecossistemas como nos naturais, é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias de modelos sustentáveis, assim como a função do solo, sendo estoque ou fonte de carbono para atmosfera (Corazza *et al.*, 1999). Modelos de manejo que priorizem o incremento de resíduos vegetais e o sequestro de carbono no solo são sistemas alternativos fundamentais que aumentam a capacidade de armazenamento do carbono (C-CO₂) no solo oriundo da atmosfera, que tem impacto de forma positiva na redução do aquecimento global (Amado *et al.*, 2001; Bayer *et al.*, 2006).

A estabilização do carbono orgânico possui mecanismos que estão divididos em três principais formas: 1 - Nos agregados do solo irá acontecer a oclusão do carbono orgânico (Six *et al.* 2000a, 2002b); 2 – A parte mineral do solo irá interagir com o carbono orgânico sendo as principais o silte e a argila (Mikutta *et al.*, 2007); 3 – A decomposição é afetada em sua resistência pela estrutura molecular do carbono orgânico influenciado pelos fatores ambientais (Assunção *et al.*, 2019).

Há diversos problemas relacionados à difícil manutenção do carbono orgânico por se tratar de um material que apresenta certa complexidade devido às formas que interage com a parte mineral, cinética e química de decomposição (Baldock; Nelson, 2000). Para Costa *et al.* (2015), esta realidade implica na adoção de técnicas que manejem o solo de forma conservacionista, promovendo não somente uma maior conservação deste, como também, dos resíduos de matéria orgânica que irão propiciar muitos benefícios ao sistema solo-planta, fundamentais para uma agricultura de baixo carbono.

4.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI MA. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, V. 93, P. 1–24. 2002.

ALTIERI MA. Agroecology: the science of sustainable agriculture. **Intermediate Technology Publications Ltd (ITP)**, London, UK. 1995.

ALTIERI, M. Agroecologia: Bases científicas para a agricultura sustentável. Guaíba: **Agropecuária**, 2012.

AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F. & BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25, P. 189-197, 2001.

ANDRADE, A. P. DE; COSTA, R. G.; SANTOS, E. M. Produção animal no semiárido : o desafio de disponibilizar forragem , em quantidade e com qualidade , na estação seca Animal production in the semiarid : the challenge of forage availability , in amount and with quality , during the dry season. **Animal Production**, v. 4, n. 4, p. 01–14, 2010.

ANDRADE, E.; PEREIRA, O.; DANTAS, E. Semiárido e o manejo dos recursos naturais. Fortaleza: **Imprensa Universitária-UFC**, p. 396, 2010.

ASIEDU, O. et al. Nematode distribution in cultivated and undisturbed soils of Guinea Savannah and Semi-deciduous Forest zones of Ghana. **Geoscience Frontiers**, v. 10, n. 2, p. 381–387, 2019.

ASSUNÇÃO, S. A. M.G. Pereira, J.S. Rosset, R.L.L. Berbara, A.C. García. Carbon input and the structural quality of soil organic matter as a function of agricultural management in a tropical climate region of Brazil. **The Science of the Total Environment**, v. 658, p. 901-911, 2019.

AUSTIN, A.T., YAHDJIAN, L., STARK, J.M., BELNAP, J., PORPORATO, A., NORTON, U., RAVETTA, D. A., SCHAEFFER, S.M. Water pulses and

- biogeochemical cycles in arid and semiarid ecosystems. **Oecologia**. V.141, P. 221–235. 2004.
- BAKONYI, G., Nagy, P., Kovacs-Lang, E., Kovacs, E., Barabás, S., Répási, V., Seres, A. Soil nematode community structure as affected by temperature and moisture in a temperate semiarid shrubland. **Appl. Soil Ecol.** V. 37, P. 31–40. 2007.
- BALDOCK JA, NELSON PN. Soil Organic Matter. In: Handbook of Soil Science. ed. Sumner ME, CRC Press LLC, **Boca Raton**, Florida, p. B25–B84. 2000.
- BARBOSA, E. C. B. M. TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: O EXPERIMENTO DO RIACHO DO MEIO, CEARÁ. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. v.14, p. 530–543, 2017.
- BARBOSA, F. R. et al. A cultura da goiaba. [s.l: s.n.], 2010.
- BARDGETT, R.D., van der Putten, W.H. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. **Nature** v. 515, p. 505–511. 2014.
- BARREIRO, B. D. Un sistema agroforestal en pleno semiárido brasileño: multiplicando la agroecología y los cuidados con la naturaleza. La experiencia de Adão de Jesús Oliveira. **Acta Nova**, v. 5, n. 2, p. 254–265, 2011.
- BLOEMERS, G.F., Hodda, M., Lamshead, P.J.D., Lawton, J.H., Wanless, F.R. The effects of forest disturbance on diversity of tropical soil nematodes. **Oecologia**, v. 111, p. 575–582. 1997.
- BOTREAU, R. et al. Towards an agroecological assessment of dairy systems: Proposal for a set of criteria suited to mountain farming. **Animal**, v. 8, n. 8, p. 1349–1360, 2014.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; NOVAK, J. M.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.58, p.1501-1511, 1994.
- CHOUDHURY, M. M.; COSTA, T. S.; ARAÚJO, J. L. P. Agronegócio da goiaba. In: CHOUDHURY, M. M. (Ed.) Goiaba. Pós-colheita. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 9, 2001.
- CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. & GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**, 23:425-432, 1999.
- COSTA, N. R.; Andreotti, M.; Lopes, K. S. M.; Yokobatake, K. L.; Ferreira, J. P.; Pariz, C. M.; Bonini, C. dos S. B.; Longhini, V. Z. Atributos do solo e acúmulo de carbono na integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.863-852, 2015.
- DORAN, J.W., Zeiss, M.R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Appl. Soil Ecol.** V. 15, p. 3–11. 2000.

- DURU, M., Therond, O., Fares, M. Designing agroecological transitions; A review. **Agron. Sustain.** v. 35, P. 1237–1257. 2015.
- ESCOBAR, C. et al. Overview of root-knot nematodes and giant cells. [s.l.] Elsevier Ltd, v. 73, 2015.
- FAO. Organização das nações unidas para alimentação e agricultura. Disponível em: Acesso em: 25 mar. 2013.
- FEITOSA, E. DE O. et al. Análise De Custos E Rentabilidade Na Produção De Mamão Irrigado No Semiárido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 12, n. 1, p. 2293–2304, 2018.
- FERRIS, H., Tuomisto, H. Unearthing the role of biological diversity in soil health. *Soil Biol. Biochem.* V. 85, P. 101–109. 2015.
- FERRIS, R. C. H. VENETTE, H.R. VAN DER MEULEN, S.S. LAU. Nitrogen mineralization by bacterial-feeding nematodes: verification and measurement. *Plant and Soil*, v. 203, p. 159-171, 1998.
- FORATO, L.A.; Brito, D. de; Rizzo, J. S. de; Gastaldi, T.A. & Assis, O.B.G. Effect of cashew gum-carboxymethylcellulose edible coatings in extending the shelf-life of fresh and cut guavas. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 5, p. 68-74. 2015.
- FRANCISCO, V. L. F. S.; BAPSTELLA, C. S. L.; AMARO, A. A., (2005). A cultura da goiaba em São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/> Acesso em 20 de setembro de 2012.
- FUJIMOTO, T. et al. The effect of soil water flow and soil properties on the motility of second-stage juveniles of the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). *Soil Biology and Biochemistry*, v. 42, n. 7, p. 1065–1072, 2010.
- GLIESSMAN, Stephen R.; ENGLES, Eric; KRIEGER, Robin. *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. CRC press, 1998.
- 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*, v.159, p.45-50, 2011.
- GUEDES, I. M. R. Mudanças climáticas globais e a produção de hortaliças. 1. ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 132p. 2009.
- HARTMAN, Kyle et al. Cropping practices manipulate abundance patterns of root and soil microbiome members paving the way to smart farming. *Microbiome*, v. 6, p. 1-14, 2018.
- HERMLE, S.; ANKEN, T.; LEIFELD, J.; WEISSKOPF. The effect of the tillage system on soil organic carbon content under moist, cold-temperate conditions. *Soil & Tillage Research*, V. 98, P. 94-105, 2008.
- HONG, K.; Xie, J.; Zhang, L.; Sun, D. & Gong, D. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*, vol. 144, p. 172-178. 2012.

- HORNBY, D. Suppressive Soils. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 21, p. 65-85, 1983.
- HOUSSAY, B. agricultura sustentável nos trópicos. v. 15, n. 43, p. 303–326, 2001.
- HUANG, H. et al. Chemical composition of the cuticular membrane in guava fruit (*Psidium guajava* L.) affects barrier property to transpiration. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 155, n. July, p. 589–595, 2020.
- HUNT, H.W., Wall, D.H. Modelling the effects of loss of soil biodiversity on ecosystem function. *Global Change Biol.* V. 8, p. 33–50. 2002.
- IBGE. SIDRA: produção agrícola municipal. Brasília, DF, 2020. <Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 20 abr. 2020.
- JOURNEL, Andre G.; JOURNEL, André G. *Fundamentals of geostatistics in five lessons*. Washington. American Geophysical Union, 1989.
- KIBBLEWHITE, M., Ritz, K., Swift, M. Soil health in agricultural systems. *Philos. T. Roy. Soc. B*, V. 363, P. 685–701. 2008.
- KIONTKE, Karin; FITCH, David HA. Nematodes. *Current Biology*, v. 23, n. 19, p. R862-R864, 2013.
- KOCH A, McBratney A, Adams M et al. Soil Security: solving the Global Soil Crisis. *Global Policy*, v. 4, P. 434–441, 2013.
- KUNDU, A. et al. Expression of various odorant-response defective (odr) genes in the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae). *Gene Reports*, v. 21, n. August, p. 100818, 2020.
- LAUGHLIN, C. W., and L. G. E. Lordello. Sistemas de manejo de nematoides: Relações entre a densidade de população e os danos à planta. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba 2:15- 24. 1977.
- LIU, W., Zhang, Z., Wan, S. Predominant role of water in regulating soil and microbial respiration and their responses to climate change in a semiarid grassland. *Glob. Change Biol.* V. 15, P. 184–195. 2009.
- MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A., MALAVOLTA, E. *Fruticultura tropical: goiaba*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 374 p, 2000.
- MCBRATNEY A, Field DJ, Koch A. The dimensions of soil security. *Geoderma*, V. 213, P. 203–213. 2014.
- MENZEL, C.M. Guava: an exotic fruit with potencial in Queensland. *Queensland Agricultural Journal*, Brisbane, v. 3, p. 93-98, 1985
- MIKUTTA, R. C. Mikutta, K. Kalbitz, T. Scheel, K. Kaiser, R. Jahn Biodegradation of forest floor organic matter bound to minerals via different binding mechanisms. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 71, p. 2569-2590, 2007.

- MINASNY, Budiman et al. Soil carbon 4 per mille. **Geoderma**, v. 292, p. 59-86, 2017.
- MOURA, G. S.; FRANZENER, G. Biodiversity of nematodes biological indicators of soil quality in the agroecosystems. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 84, n. 0, p. 1–8, 2017.
- NEHER, D. A., T. R. Weicht, M. Savin, J. H. Görres, and J. A. Amador. Grazing in a porous environment. 2. Nematode community structure. **Plant and Soil**, v. 212, p.85-99. 1999.
- NEHER, DEBORAH A. et al. Computation and application of nematode community indices: General guidelines. *Freshwater nematodes: ecology and taxonomy*, p. 211-222, 2006.
- NICHOLLS, C.I., Altieri, M.A. Agroecological principles for the conversion of farming systems: principles, applications, and making the transition. **J. Ecosyst. Ecography**, V. 5, P. 1–8, 2017.
- NIMISHA, S.; Kherwar, D.; Ajay, K.M.; Singh, B. & Usha, K. Molecular breeding to improve guava (*Psidium guajava* L.): Current status and future prospective. **Scientia Horticulturae**, v. 164, p. 578-588. 2013.
- NISA, R. U. et al. Influence of ecological and edaphic factors on biodiversity of soil nematodes. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 28, n. 5, p. 3049–3059, 2021.
- O'ROURKE, S. M. et al. Soil organic carbon across scales. **Global Change Biology**, v. 21, n. 10, p. 3561–3574, 2015.
- OLIVEIRA, F. T. et al. Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 17–25, 2015.
- ONIAS, E. A. et al. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 849–860, 2018.
- PALOMO-CAMPESINO, S., GONZALEZ, J.A., GARCÍA-LLORENTE, M. Exploring the connections between agroecological practices and ecosystem services: a systematic literature review. **Sustainability**. V.10, P. 4339, 2018.
- PATIL, V.; Chauhan, A.K. & Singh, R.P. Optimization of the spray-drying process for developing guava powder using response surface methodology. **Powder Technology**, v. 253, p. 230-236. 2014.
- PERRY, R. Hatching. Lee, D.L. (Ed.), *The Biology of Nematodes*. **Taylor & Francis**, London. 2002.
- PERRY, Roland N.; MOENS, Maurice (Ed.). **Plant nematology**. CABI, 2006.

POMMER, C. V. OLIVEIRA, O. F. SANTOS, C. A. F. Goiaba: recursos genéticos e melhoramento. Mossoró: Universidade Federal do Semi-Árido, 126 p. il. 2012.

POMMER, C. V.; MURAKAMI, K. R. N.; WATLINGTON, F. Goiaba no mundo. *O Agrônomo*, v. 58 p. 22- 26, 2006. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/pdf/v58_Goiaba_no_mundo.pdf>. Acesso em: 6 março 2021.

REIS, J. B. R. D. S. et al. Effect of irrigation depths and paclobutrazol doses in soil microfauna cultivated with mango crop cv. Haden in Minas Gerais North. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI**, v. 5, p. 153–164, 2011.

ROZANE, D. E.; OLIVEIRA, D. A. DE; LIRIO, V. S. Importância Econômica Da Cultura Da Goiabeira. *Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado.*, n. November, p. 1–20, 2003.

SALMON, J.M., Friedl, M.A., Froking, S., Wisser, D., Douglas, E.M. Global rain-fed, irrigated, and paddy croplands: a new high-resolution map derived from remote sensing, crop inventories and climate data. **Int. J. Appl. Earth Obs.** V. 38, P. 321–334. 2015.

SANTANA, M. J. DE et al. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1470–1476, 2007.

SANTOS, H.P.; Tomm, G.O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, v. 33, p. 477- 486. 2003.

SCHMIDT, J.E., Peterson, C., Wang, D., Scow, K.M., Gaudin, A.C.M. Agroecosystem tradeoffs associated with conversion to subsurface drip irrigation in organic systems. **Agric. Water Manag.** V. 202, P. 1–8. 2018.

SINGH, G. Recent Development in Production of Guava. **Acta Horticulturae**, v. 735, p.161-176, 2007.

SIX, J. E.T. Elliott, K. Paustian Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture **Soil Biology and Biochemistry**, v. 32, pp. 2099-2103, 2000.

SIX, J. R.T. Conant, E.A. Paul, K. Paustian Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for Csaturation of soils. **Plant and Soil**, v. 241, p. 155-176, 2002.

SOARES-SILVA, L.H.; PROENÇA, C.E.B. A new species of *Psidium* L. (*Myrtaceae*) from southern Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 158, p. 51–54, 2008.

SOHLENIUS, B. Abundance, biomass and contribution to energy-flow by soil nematodes in terrestrial ecosystems. **Oikos**. v .34, 186–194, 1980.

- SOLLINS, P. Homann, B.A. Caldwell Stabilization and destabilization of soil organic matter mechanisms and controls. **Geoderma**, v. 74, p. 65-105, 1996.
- SONG, D. et al. Large-scale patterns of distribution and diversity of terrestrial nematodes. **Applied Soil Ecology**, v. 114, n. 2016, p. 161–169, 2017.
- SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V. de. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.134-141, 2007.
- STEVENSON, F.J. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. **John Wiley**, New York, USA, V. 2, P. 496, 1994.
- STOCKMANN, Uta et al. The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. Agriculture, **Ecosystems & Environment**, v. 164, p. 80-99, 2013.
- TEIXEIRA, P. C. et al. Manual de métodos de análise de solos. 3. ed. Brasília: **Embrapa**, 2017.
- UGARTE CM, Zaborski ER, Wander MM. Nematode indicators as integrative measures of soil condition in organic cropping systems. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 64, p.103–113, 2013.
- UNGER, R. M. Desenvolvimento do Nordeste como Projeto Nacional. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília, 2009.
- VANESSA, J. et al. 1 2 3 1. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, v. 17, p. 51–61, 2020.
- 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**, v.47, p.175-184, 1983.
- VISHWASRAO, C. & Ananthanarayan, L. Postharvest shelf-life extension of pink guavas (*Psidium guajava* L.) using HPMC-based edible surface coatings. **Journal of Food Science and Technology**, vol. 53, n. 4, 2016.
- WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: D. Hillel, (Ed.), **Applications of soil physics**. New York Academic, p. 319–344, 1980.
- WILSCHUT, R. A.; GEISEN, S. Nematodes as Drivers of Plant Performance in Natural Systems. **Trends in Plant Science**, v. 26, n. 3, p. 237–247, 2021.
- YANG, Baojun; EISENBACK, J. D. *Meloidogyne enterolobii* n. sp.(Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing pacara earpod tree in China. **Journal of Nematology**, v. 15, p. 381, 1983.
- YANG, Bing et al. The interactions between soil microbes and microbial feeding nematodes correlate with fruit productivity of *Illicium verum* Hook. **Global Ecology and Conservation**, v. 17, p. e00511, 2019.

YEATES, G.W. Effects of plants on nematode community structure. *Annu. Rev. Phytopathol.* V. 37, p. 127–149. 1999.

YEATES, G.W. Soil nematodes in terrestrial ecosystems. *J. Nematol.* V. 11, p. 213–229. 1979.

YEATES, G.W., BONGERS, T., GOEDE, R.G.D., FRECKMAN, D.W., GEORGIEVA, S.S. Feeding habits in nematode families and genera—an outline for soil ecologists. *J. Nematol.* V. 25, p. 315–331. 1993.

YEATES, G.W., BONGERS, T., GOEDE, R.G.D., FRECKMAN, D.W., GEORGIEVA, S.S. Feeding habits in nematode families and genera—an outline for soil ecologists. *J. Nematol.* V. 25, 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, p. 1467-1476, 1988.

ZINN, Y.L.; LAL, R.; RESCK, D.V.S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 84, p. 28-40, 2005.

CAPÍTULO 2

Composição da nematofauna e qualidade do solo em cultivo de goiabeira em sistema agroecológico no Semiárido

COMPOSIÇÃO DA NEMATOFAUNA E QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVO DE GOIABEIRA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO NO SEMIÁRIDO

Resumo

A fruticultura irrigada no Nordeste é uma atividade agrícola de grande importância para a Região e tem na goiabcultura um agronegócio rentável e amplamente difundido. O uso de técnicas convencionais vem aumentando o uso de agroquímicos, muitas vezes sem solução para as pragas e patógenos que afetam a cultura. A agroecologia é um modelo de agricultura alternativa que engloba técnicas ecológicas de cultivo com sustentabilidade social, ambiental e cultural. O objetivo do estudo foi determinar variações na estrutura e composição da comunidade de nematoides em cultivo de goiabeira no período seco com irrigação e chuvoso sem irrigação em sistema agroecológico no Semiárido e relacionar a estrutura e composição da nematofauna com a temperatura, frações granulométricas do solo, densidade de partícula, porosidade, estoque de carbono, pH e condutividade elétrica do solo. De maneira geral, as variações das condições físicas e químicas do solo foram relativamente baixas, embora algumas variáveis tenham mostrado alterações substanciais entre os dois períodos, a exemplo da temperatura e do estoque de carbono do solo. Por outro lado, a abundância dos espécimens, em todos os grupos tróficos, mostrou alta variação entre os dois períodos. Os parasitas de planta foram dominantes em relação aos demais grupos, nos dois períodos, com incremento populacional do período chuvoso para o período seco de 300%, destacando-se o gênero ectoparasita *Helicotylenchus*. Entre os não parasitas de planta, o aumento número de espécimens do período chuvoso para o seco foi de 200, 100 e 100% para os bacteriófagos, predadores e micófagos, respectivamente. As principais variáveis que se correlacionaram com os taxa encontrados foram pH, densidade de partícula, umidade e tamanho das partículas do solo.

Palavras-chave: Agricultura irrigada, agroecologia, bioindicador, comunidade de nematoides, *Psidium guajava*, variáveis do solo

NEMATOFAUNA COMPOSITION AND SOIL QUALITY IN GUAVA CROP UNDER AGRO-ECOLOGICAL SYSTEM IN THE SEMIARID REGION

Abstract

The irrigated fruit growing in Northeast of Brazil is an agricultural activity of high importance in which guava is a profitable and widespread agribusiness. The use of conventional techniques has increased the use of agrochemicals, often without a solution for the pests and pathogens that affect the crop. Agroecology is a model of alternative agriculture that encompasses ecological cultivation techniques with social, environmental, and cultural sustainability. The objective of the study was to determine variations in the structure and composition of the nematode community in guava cultivation in the dry and rainy season in an agroecological system in the semiarid region, as well as to relate the structure and composition of the nematofauna with temperature, soil granulometric fractions, density particle size, porosity, carbon stock, pH and soil electrical conductivity. In general, variations in soil physical and chemical conditions were relatively low, although some variables showed substantial changes between the two study periods, such as temperature and soil carbon stock. On the other hand, the abundance of specimens, in all trophic groups, showed strong variation between the two periods. Plant-parasitic nematodes were dominant in relation to the other groups, in both periods, showing increasing in population from the rainy period to the dry period of 300%, with emphasis on the ectoparasite genus *Helicotylenchus*. Among non-plant parasites, the increase in the number of specimens from the rainy to the dry season was 200, 100 and 100% for bacteriophages, predators and mycophages, respectively. The main variables that correlated with the taxa found were pH, particle density, soil moisture and particle size.

Key-words: Irrigated agriculture, agroecology, bioindicator, nematode community, *Psidium guajava*, soil variables

5.1. INTRODUÇÃO

Abrangendo cerca de 89,5% da Região Nordeste do Brasil, o clima semiárido caracterizado como período seco ou chuvoso, quente e seco, podendo haver escassez de chuvas, temperaturas altas, déficit hídrico e alta taxa evapotranspiração (Araújo, 2011; Santos, et al., 2012). Embora essas características climáticas limitem o desenvolvimento da agricultura na região, a fruticultura irrigada tem viabilizado a produção agrícola, possibilitando a obtenção de frutas de qualidade, mesmo na época da entressafra.

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é de fundamental importância econômica para o Semiárido brasileiro, principalmente, para os pequenos produtores (Gomes; Arentes, 2022). Nas condições climáticas do Nordeste, o manejo da poda possibilita a produção de frutos de alta qualidade em qualquer época do ano. No entanto, a produção de goiaba vem sofrendo grandes prejuízos devido a problemas fitossanitários, especialmente, uma doença complexa conhecida como declínio da goiabeira, que é causada pela associação sinérgica do nematoide *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1883 (sin *M. mayaguensis*) com o fungo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (*Haematonectria haematococca* Berk e Br.) (Oliveira, et al., 2021). As árvores gravemente infectadas diminuem o crescimento rapidamente, podendo chegar à morte. Infestações moderadas apresentam sintomas de deficiência de nutrientes, clorose geral, floração e frutificação reduzidas. Nas raízes, são observadas várias galhas e infecções secundárias por outros microrganismos do solo (Carneiro et al., 2007).

O controle do nematoide da goiabeira ainda é um desafio (Oliveira, et al., 2021). Segundo Moura e Torres (2004), a falta de análise nematológica de solo no pré-plantio, o uso comunitário de máquinas e equipamentos agrícolas e aquisição de mudas contaminadas disseminam nematoides em áreas recém desmatadas. O uso de novos modelos de cultivo de frutíferas consorciadas, sem a utilização de insumos químicos, e espacialização aleatória dentro das áreas de cultivo podem reduzir ou minimizar a ocorrência de pragas agrícolas, fazendo com que o próprio equilíbrio ecológico desse ambiente determine que eventuais pragas não causem prejuízo ao produtor (Santos et al., 2014; Mariani; Henkes, 2015; Venzon, 2016).

O uso de agroquímicos, especialmente os nematicidas sistêmicos e fertilizantes, pelos grandes e médios produtores tem sido constante e crescente, mas, em muitos casos desnecessários. O emprego desses produtos, reconhecidamente tóxicos, provoca danos ao ambiente e à saúde dos trabalhadores de campo (Moura; Torres 2004). A agroecologia é um modelo de agricultura alternativa que engloba técnicas ecológicas de cultivo com sustentabilidade social, ambiental e cultural (Delgado, 2012).

A importância que o solo possui é fundamental na disponibilidade de benefícios do ecossistema (Vanessa *et al.*, 2020). Nesse contexto, a biota do solo está no cerne da saúde do solo, devido ao papel central na provisão de serviços de ecossistema do solo e regulação ecológica dos processos do solo (Bardgett; Van Der Putten, 2014; Ferris; Tuomisto, 2015).

Nos ecossistemas terrestres, a diversidade biológica é mensurada, contribuindo no conhecimento da ecologia desses organismos obtendo indicadores que permitam tomar decisões ou emitir recomendações a favor da conservação de táxons ou áreas ameaçadas, melhorando o monitoramento do efeito de perturbações antrópica no ambiente (Castilla-Díaz *et al.*, 2017). Nesse contexto, a fauna de nematoides tem sido usada como um bom bioindicador da qualidade do solo em agroecossistemas (Khanum; Mehmood; Khatoon, 2022).

O objetivo do presente estudo foi determinar variações na estrutura e composição da comunidade de nematoides em cultivo de goiabeira no período seco irrigado e chuvoso sem irrigação em sistema agroecológico no Semiárido e relacionar a estrutura e composição da nematofauna com a temperatura, frações granulométricas do solo, densidade de partícula, porosidade, estoque de carbono, pH e condutividade elétrica do solo.

5.1. MATERIAL E MÉTODOS

5.2. Caracterização da área experimental

O estudo foi conduzido no município de Tabira na bacia hidrográfica do rio Pajeú, situado no sertão de Pernambuco (Figura 1). O relevo local varia de ondulado a suave-ondulado e a vegetação predominante constitui-se da

Caatinga Hiperxerófila (CPRM, 2005). O clima do município é do tipo BSwh, segundo a classificação de Koppen, caracterizando-se como semiárido quente e tropical quente (BRASIL IBGE, 2000), com taxa pluviométrica anual de 806 mm ano⁻¹, com um período de estiagem de sete meses, temperatura média anual de 27°C (CPRM, 2005).

O estudo foi realizado em uma pequena propriedade localizada na comunidade rural de Campos Novos, denominada Fazenda Quilariá da Barra, com as seguintes coordenadas geográficas 7° 35' 19" S (latitude) e 37° 32' 24" W (longitude), altitude de 575 m (Figura 2).

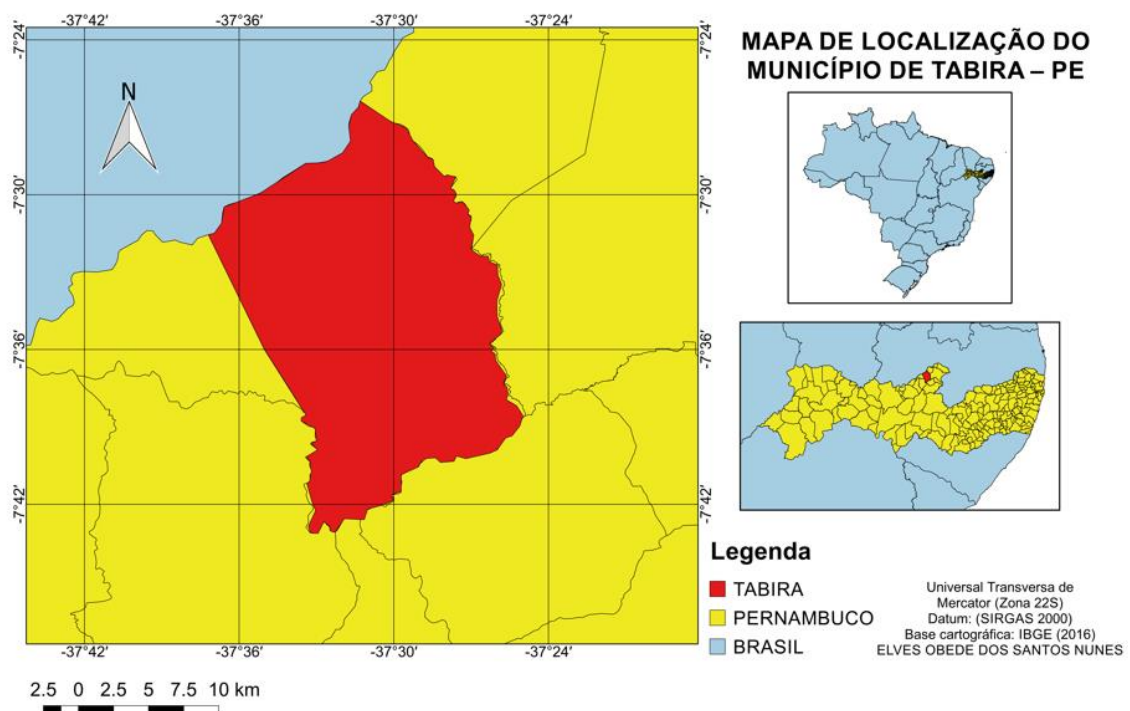


Figura 1. Localização do município no estado de Pernambuco.

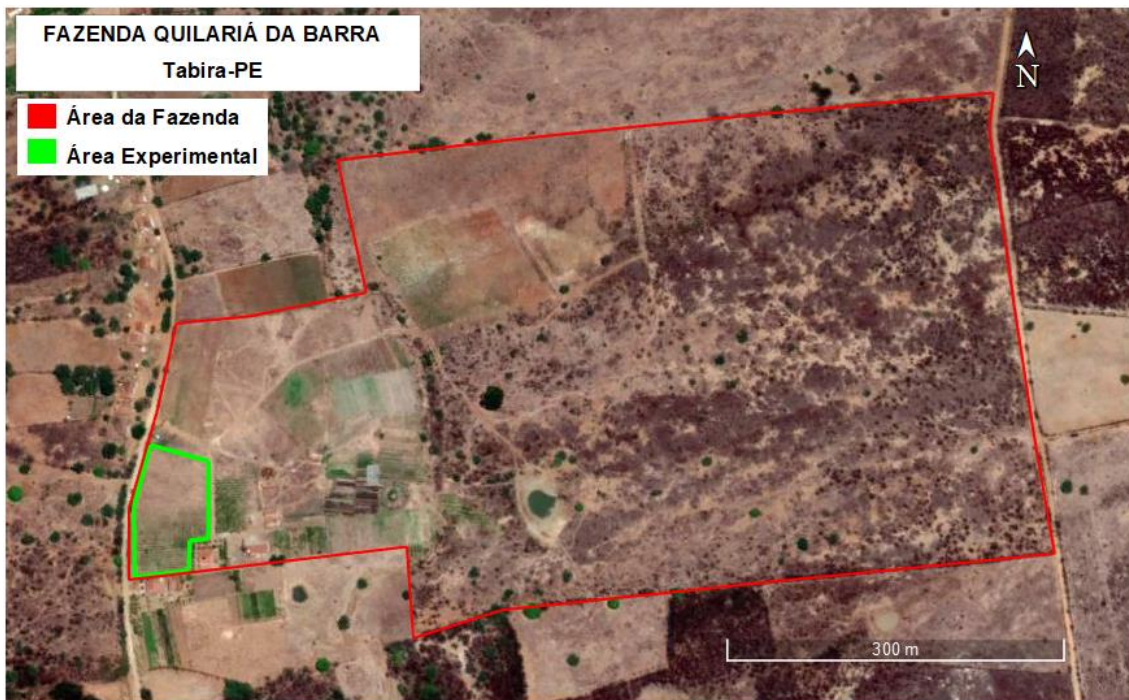


Figura 2. Imagem da propriedade com localização da área experimental em verde no município de Tabira, bacia hidrográfica do rio Pajeú, sertão de Pernambuco. **Fonte:** Google Earth Pro.

5.3. Amostragem e determinação das variáveis estudadas

Foram realizadas duas coletas, com 74 amostras com aproximadamente 1,0 kg de solo cada. As amostras foram coletadas aleatoriamente (Figura 3), observando a distribuição do sistema de irrigação (Figura 3), na profundidade de 10-30 cm em dois períodos diferentes sendo a primeira no período chuvoso dia 19/05/2021, já a segunda no período seco no dia 04/12/2021.

Amostras indeformadas de solo foram coletadas em anéis com o auxílio de um trado tipo uhland, para avaliação da densidade e umidade do solo, embaladas em papel filme e armazenadas em caixas. As amostras de solo coletadas de forma deformada foram usadas para determinação das frações granulométricas do solo, densidade de partícula, porosidade, textura do solo, carbono orgânico e estoque de carbono, pH, condutividade elétrica e nematofauna do solo, armazenadas em sacos plásticos etiquetados, e enviadas para os laboratórios para as análises.

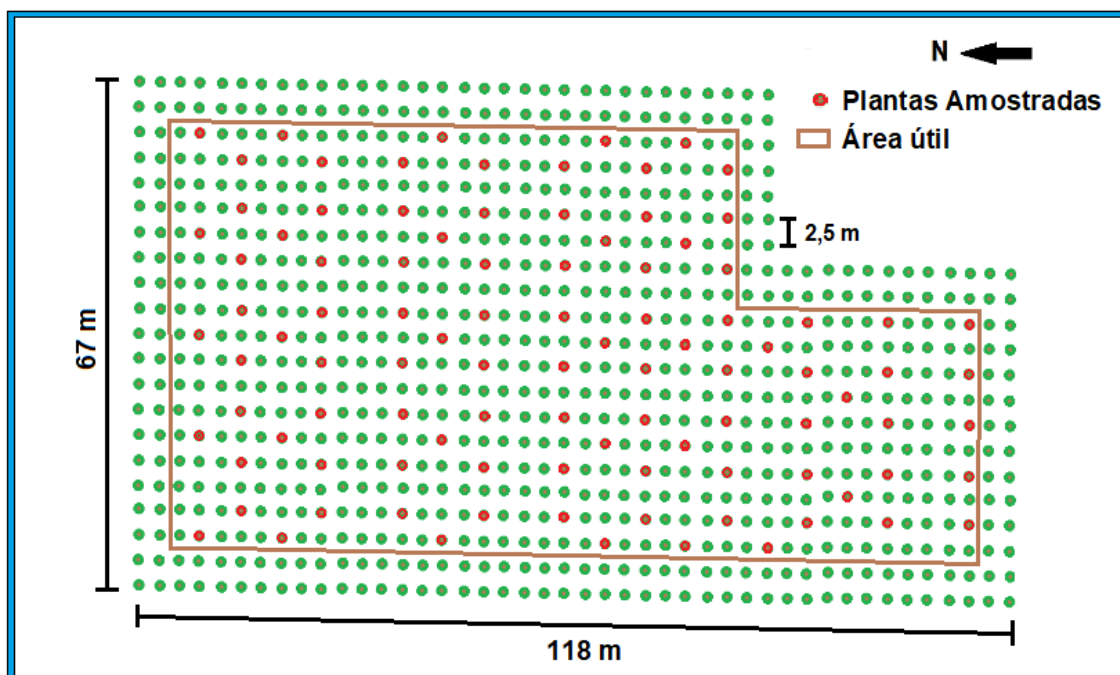


Figura 3. Representação do croqui da área experimental com a distribuição espacial das coletas.

As frações granulométricas de areia, silte e argila foram determinadas pelo método do densímetro de Boyoucos, utilizando-se um agitador mecânico como dispersante físico. A densidade do solo (g cm^3) foi analisada pelo método do anel volumétrico, a densidade de partículas (g cm^3) pelo método do balão volumétrico, a umidade no solo foi determinada pelo método gravimétrico, a condutividade elétrica e o pH através do extrato de saturação do solo em pasta saturada e leitura com auxílio de condutivímetro e peagâmetro, respectivamente, todos conforme (Teixeira *et al.*, 2017).

Para determinação do carbono orgânico total do solo utilizou-se a metodologia de Yeomans e Bremner (1988), e para o cálculo da matéria orgânica do solo multiplicou-se o carbono orgânico total do solo pelo fator de Van Bemmelen 1,724 ($100/58$), considerando que, em média, representa 58% do carbono orgânico total.

Para as análises nematológicas, as amostras (300 cm^3 de solo) foram homogeneizadas e, com o auxílio de peneiras de 60 e 400 mesh, foram processadas para extração dos nematoides, utilizando o método da flotação centrífuga (Jenkins, 1964). As suspensões obtidas foram colocadas em frascos e acondicionadas em geladeira por no máximo três dias até a contagem e

identificação. A estimativa populacional foi obtida através de contagem de 1 mL da suspensão na lâmina de Peters com o auxílio de um microscópio óptico 20x, usando-se a média de duas contagens. Os resultados foram computados em número de espécimes por 300 cm³ de solo. Os nematoides foram identificados por meio de lâminas temporárias, no microscópio óptico com objetivas de 40 e 100 x. Os nematoides parasitos de plantas foram identificados a nível de gênero e, os nematoides de vida livre, a nível de família, conforme as chaves de identificação de Mai; Mullin (1996) e Tarjan e Chang (1977), respectivamente. Para o estudo da estrutura trófica, os nematoides foram classificados quanto ao hábito alimentar em cinco grupos tróficos (parasitos de planta, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros), de acordo com Yeates *et al.* (1993)

5.4. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise descritiva, análise de variância e multivariada, além de ter sido avaliados quanto à distribuição normal, através do teste de aderência à normalidade de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância. Foram realizadas análises de correlação e de redundância (RDA) para verificar as relações entre os nematoides e as variáveis do solo, a traves do software R Core Team, 2018.

6.0. RESULTADOS

A análise estatística das variáveis ambientais (Tabela 1) indica que, de maneira geral, as condições físicas e químicas do solo sofreram variação significativa, embora algumas variáveis tenham mostrado alterações mais relevantes entre os dois períodos de estudo. A média da temperatura do solo e do estoque de carbono, por exemplo, teve incremento de 5 °C e 15,78 mg.ha⁻¹, respectivamente, do período chuvoso para o período seco. A amplitude da temperatura variou de 24,50-28,50 no período chuvoso e de 29,50-35,50 no período seco. De maneira inversa, a média da porosidade total do solo aumentou 7% do período seco para o chuvoso.

A abundância dos espécimes, em todos os grupos tróficos, mostrou forte variação entre os dois períodos (Tabela 2). Todos os nematoides com dominância maior do 1%, apresentaram incremento populacional do período chuvoso para o período seco, exceto *Criconemoides*, *Acrobeles*, *Dorylaimus* e *Eudorylaimus*. Apesar da dominância dos parasitas de planta em relação aos demais grupos, nos períodos estudados, o incremento populacional do período chuvoso para o período seco foi de aproximadamente 300%, com comportamento semelhante retratado pelo gênero ectoparasita *Helicotylenchus*, que também mostrou acréscimo de 300% no mesmo período. Entre os não parasitas de planta, os bacteriófagos se destacaram com 200% de aumento do período chuvoso para o seco com destaque para *Acrobeles* com incremento de cerca de 35%. Apesar do aumento dos predadores e micófagos para o mesmo período, a dominância foi muito baixa (Tabela 2).

No período chuvoso, os parasitas de plantas, *Helicotylenchus*, bacteriófagos, *Acrobeles*, micófagos e predadores, mostraram fracas correlações negativas ($<-0,5$) com as variáveis ambientais do solo: Ph, temperatura e estoque de carbono (Figura 4A). Contudo, no período seco, os bacteriófagos correlacionaram-se positivamente com areia (+0,63), destacando-se o gênero *Acrobeles* (+0,5), e negativamente com argila (-0,55) (Figura 4B).

A análise de redundância (RDA) para o período chuvoso (Figura 5), indica que o primeiro eixo conseguiu explicar significativamente 6,7% e o segundo eixo 5,3%, assim os dois eixos canônicos explicaram apenas 12 % das variações das variáveis ambientais do solo. Dentre as propriedades do solo, apenas o pH influenciou significativamente de forma negativa os grupos tróficos parasitas de plantas e predadores. As demais variáveis do solo, não apresentaram relação significativa com os grupos tróficos analisados.

Tabela 1. Estatística descritiva da área cultivada com goiabeira sob manejo agroecológico em uma propriedade no município de Tabira-PE, Brasil.

	Período chuvoso										Período Seco									
	Mín.	Máx.	Média	Var	DP	CV (%)	Coef. Curtose	Coef. Assim.	Erro	K-S	Mín.	Máx.	Média	Var	DP	CV (%)	Coef. Curtose	Coef. Assim.	Erro	K-S
Variáveis Ambientais																				
Temperatura (°C)	24,50	28,50	26,53B	0,79	0,89	3,36	-0,12	0,42	0,10	0,26	29,50	35,50	31,78A	1,41	1,19	3,74	0,32	0,48	0,14	0,22
Ds (g cm⁻³)	1,23	1,92	1,60A	0,02	0,13	8,16	1,29	-0,91	0,02	0,14	1,24	1,88	1,66A	0,01	0,11	6,53	2,85	-1,12	0,01	0,10
Dp (g cm⁻³)	2,27	2,78	2,46	0,01	0,07	2,96	4,34	1,10	0,01	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pt (%)	22,18	49,69	35,03A	28,50	5,34	15,24	0,45	0,63	0,62	0,09	21,00	49,80	32,50B	20,50	4,53	13,93	2,64	0,89	0,53	0,09
u (%)	5,25	19,88	10,76B	7,57	2,75	25,58	0,78	0,53	0,32	0,08	4,08	25,31	12,79A	10,32	3,21	25,13	3,26	0,51	0,37	0,14
Argila (%)	6,00	40,00	18,00	62,47	7,90	43,91	0,07	0,61	0,92	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Areia (%)	44,20	80,00	67,94	60,39	7,77	11,44	1,27	-1,14	0,90	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silte (%)	6,40	21,60	14,06	9,53	3,09	21,96	-0,01	0,03	0,36	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	5,61	8,35	6,92A	0,24	0,49	7,05	0,51	0,02	0,06	0,07	5,23	7,71	6,99A	0,31	0,55	7,90	0,06	-0,93	0,06	0,21
CE (dS m⁻¹)	0,30	3,16	0,94B	0,30	0,55	58,68	5,92	2,23	0,06	0,14	0,08	8,65	1,49A	3,57	1,89	126,72	1,28	1,23	0,22	0,37
MO (%)	0,50	2,30	1,41A	0,12	0,35	24,66	0,29	-0,07	0,04	0,06	0,09	2,79	0,81B	0,24	0,49	59,93	3,90	1,61	0,06	0,12
Est. C (Mg. ha¹)	14,48	61,88	39,21A	90,59	9,52	24,28	-0,14	-0,26	1,11	0,07	2,62	82,12	23,42B	192,67	13,88	59,27	4,34	1,65	1,61	0,10

Ds: densidade do solo, Dp: densidade de partícula, Pt: porosidade total, u: umidade do solo, CE: condutividade elétrica, MO: matéria orgânica, Est. C: estoque de carbono orgânica do solo; Mín: Mínimo; Máx: Máximo; Var: Variância; DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; Coef Curtose: Coeficiente de curtose; Coef Assim: Coeficiente de assimetria; K-S: Teste de normalidade de Kolmogorov- Smirnov a 5% de probabilidade. Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre o período seco e chuvoso, pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Comunidade de nematoides nos períodos chuvoso e seco em área cultivada com goiabeira sob manejo agroecológico em uma propriedade no município de Tabira-PE.

Taxa	Período Chuvoso			Período Seco		
	A	Média	D (%)	A	Média	D (%)
Bacteriófagos	5414	73,2B	9,06	15549	210,1A	7,15
<i>Acrobeles</i>	1786	24,1A	2,99	2773	37,5A	1,28
<i>Cephalobus</i>	1389	18,8B	2,32	8243	111,4A	3,79
<i>Diplogaster</i>	45	0,6	0,08	0	0,0	0,00
<i>Monhystera</i>	0	0,0	0,00	43	0,6	0,02
<i>Panagrolaimus</i>	159	2,1	0,27	1231	16,6	0,57
<i>Prismatolaimus</i>	456	6,2	0,76	1046	14,1	0,48
<i>Rhabditis</i>	1261	17,0	2,11	2058	27,8	0,95
<i>Rhabdolaimus</i>	48	0,6	0,08	36	0,5	0,02
<i>Amphidelus</i>	272	3,7	0,45	88	1,2	0,04
<i>Prodesmodora</i>	0	0,0	0,00	22	0,3	0,01
<i>Odontolaimus</i>	0	0,0	0,00	12	0,2	0,01
Micófagos	1815	24,5B	3,04	3578	48,4A	1,65
<i>Aphelenchoides</i>	522	7,1	0,87	188	2,5	0,09
<i>Aphelenchus</i>	270	3,6	0,45	360	4,9	0,17
<i>Nothotylenchus</i>	670	9,0B	1,12	2755	37,2A	1,27
<i>Tylencholaimellus</i>	98	1,3	0,16	0	0,0	0,00
<i>Tylencholaimus</i>	0	0,0	0,00	12	0,2	0,01
<i>Doryllium</i>	63	0,9	0,11	118	1,6	0,05
<i>Filenchus</i>	90	1,2	0,15	79	1,1	0,04
<i>Ditylenchus</i>	71	1,0	0,12	67	0,9	0,03
<i>Dorylaimoides</i>	33	0,4	0,05	0	0,0	0,00
Onívoros	7723	104,4A	12,92	10994	148,6A	5,06
<i>Dorylaimus</i>	2094	28,3A	3,50	3165	42,8A	1,46
<i>Eudorylaimus</i>	2043	27,6A	3,42	5472	73,9A	2,52
<i>Labronema</i>	210	2,8	0,35	196	2,6	0,09
<i>Laimydrus</i>	124	1,7	0,21	431	5,8	0,20
<i>Mesodorylaimus</i>	2355	31,8	3,94	1332	18,0	0,61
<i>Prodorylaimus</i>	448	6,0	0,75	248	3,4	0,11
<i>Paractinolaimus</i>	23	0,3	0,04	0	0,0	0,00
<i>Thornia</i>	124	1,7	0,21	0	0,0	0,00
<i>Achromadora</i>	305	4,1	0,51	151	2,0	0,07
Predadores	231	3,1	0,39	501	6,8	0,23
<i>Enchodelus</i>	10	0,1	0,02	390	5,3	0,18
<i>Mononchoides</i>	10	0,1	0,02	12	0,2	0,01
<i>Seinura</i>	150	2,0	0,25	33	0,4	0,01

<i>Nygolaimus</i>	50	0,7	0,08	0	0,0	0,00
<i>Tripyla</i>	11	0,1	0,02	12	0,2	0,01
<i>Mylonchulus</i>	0	0,0	0,00	11	0,1	0,01
<i>Oionchus</i>	0	0,0	0,00	44	0,6	0,02
Vida-livre	15182	205,2B	25,40	30622	413,8A	14,08
PP	44577	602,4B	74,60	186824	2524,6A	85,92
<i>Criconemoides</i>	4949	66,9A	8,28	5503	74,4A	2,53
<i>Helicotylenchus</i>	1352	18,3B	2,26	4718	63,8A	2,17
<i>Meloidogyne</i>	16087	217,4B	26,92	113810	1538,0A	52,34
<i>Rotylenchulus</i>	11148	150,6B	18,65	38812	524,5A	17,85
<i>Hoplolaimus</i>	75	1,0	0,12	0	0,0	0,00
<i>Pratylenchus</i>	3103	41,9	5,19	1987	26,8	0,91
<i>Paratylenchus</i>	34	0,5	0,06	149	2,0	0,07
<i>Paratrichodorus</i>	867	11,7	1,45	351	4,7	0,16
<i>Scutellonema</i>	2470	33,4	4,13	1904	25,7	0,88
<i>Radopholus</i>	0	0,0	0,00	10	0,1	0,00
<i>Tylenchorhynchus</i>	4368	59,0B	7,31	19465	263,0A	8,95
<i>Trichodorus</i>	96	1,3	0,16	118	1,6	0,05
<i>Xiphinema</i>	31	0,4	0,05	0	0,0	0,00
Total	59759	-	-	217445	-	-

A: Abundância ou somatório de nematoides em 74 amostras por 300 cm³ de solo. Média: média dos nematoides por 300 cm³ de solo. D (%): dominância de cada grupo trófico e taxa expressa em porcentagem. Para análise estatística os dados foram transformados para log(x+1), sendo apresentado a média dos dados originais. Apenas os nematoides com D(>1) foram submetidos à análise estatística. Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre o período seco e chuvoso, pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

As variações dos grupos tróficos e relação com as variáveis para o período seco são explicadas significativamente por todos os eixos canônicos (22%). O primeiro eixo explicou 18% das variações e, o segundo, 2% das variações (Figura 6). As variáveis que apresentaram influência significativa foram pH ($P = 0,01$), densidade de partícula ($P = 0,01$), umidade do solo ($P = 0,001$) e argila ($P = 0,01$), com fraca correlação negativa entre a umidade do solo e parasitas de plantas, fraca correlação positiva entre densidade de partícula e bacteriófagos e micófitos, e fraca correlação negativa entre condutividade elétrica e argila.

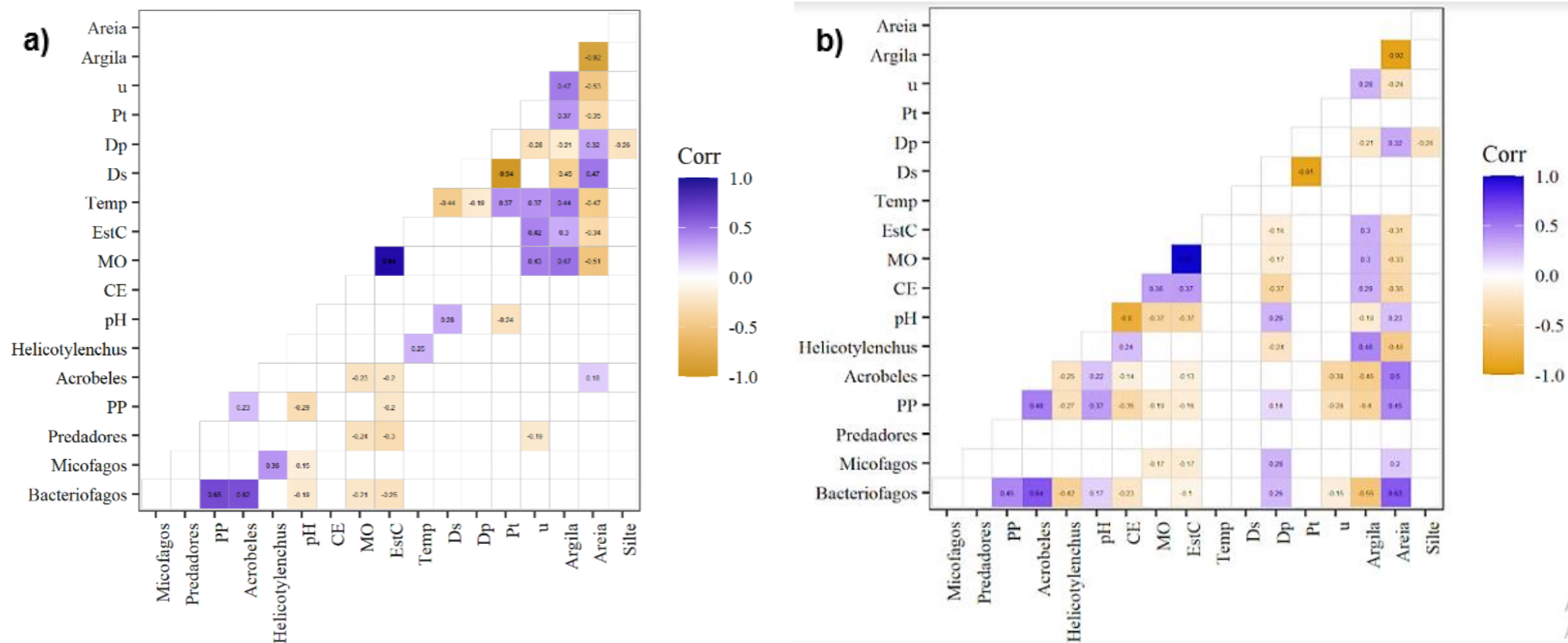


Figura 4. Correlação entre a nematofauna e as variáveis do solo em área cultivada com goiabeira em sistema de manejo agroecológico no período chuvoso (a) e no período seco (b) no município de Tabira-PE.

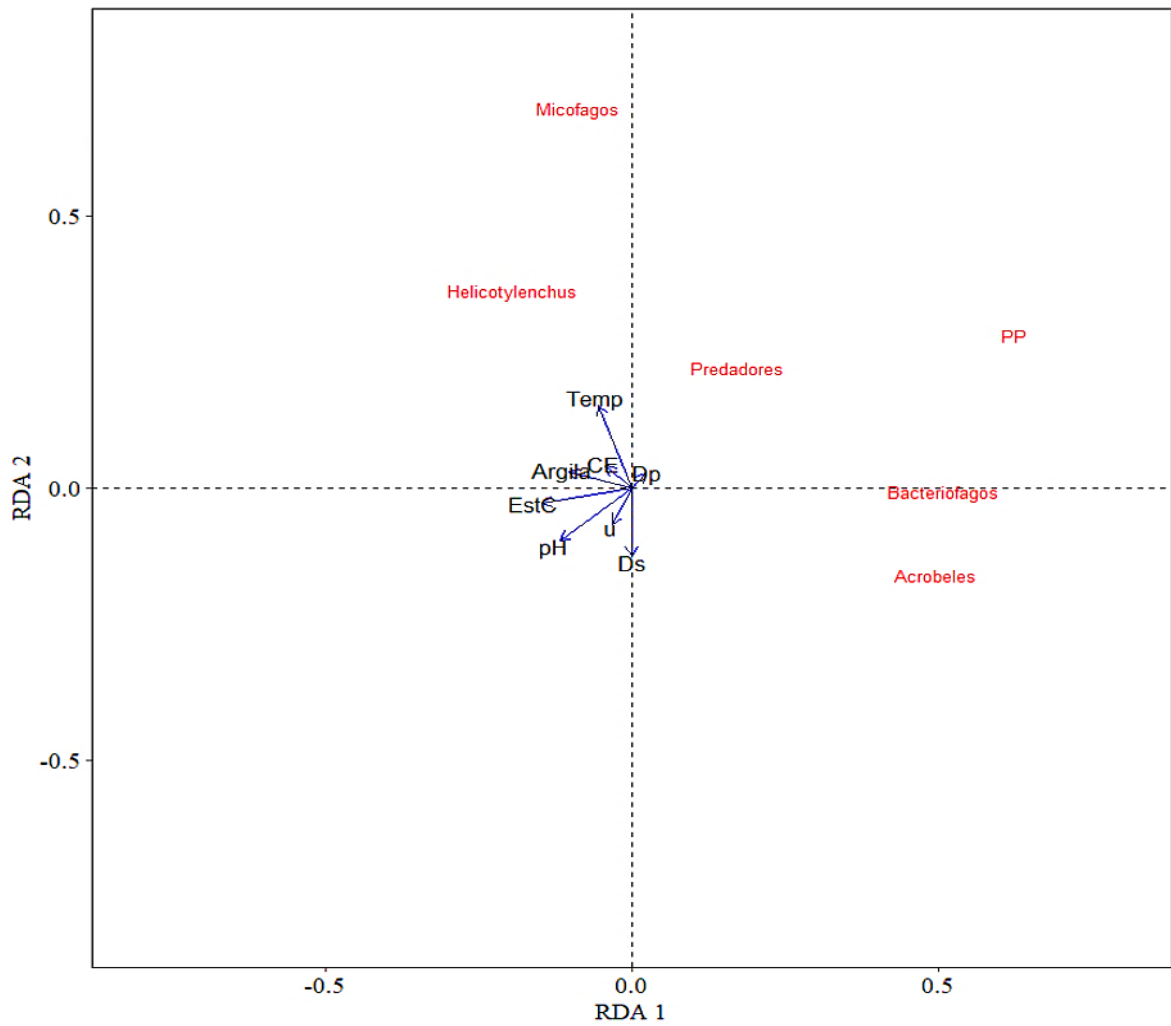


Figura 5. Análise de redundância (RDA) com base na relação entre os taxa de nematoides e as variáveis ambientais do solo (CE, EstC, Ds, Dp, Temp, Argila e pH) em uma área cultivada com goiabeira em sistema de manejo agroecológico no período chuvoso no município de Tabira-PE. CE: condutividade elétrica, EstC: estoque de carbono orgânico, Ds: densidade do solo, Dp: densidade de partícula, Temp: temperatura do solo.

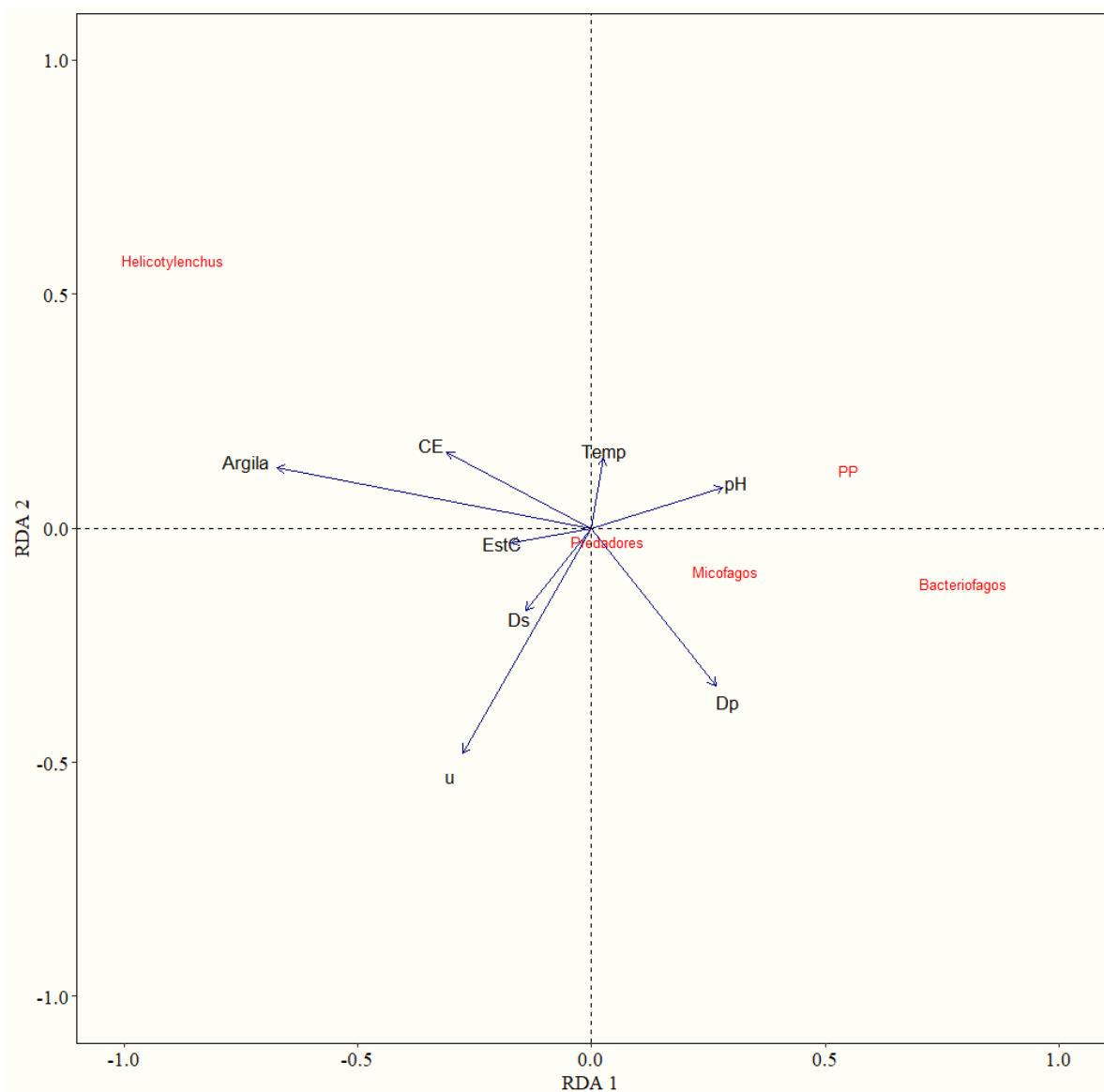


Figura 6. Análise de redundância (RDA) com base na relação entre os taxa de nematoides e as variáveis ambientais do solo (CE, EstC, Ds, Dp, Temp, Argila e pH) em uma área cultivada com goiabeira em sistema de manejo agroecológico no período seco no município de Tabira-PE. CE: condutividade elétrica, EstC: estoque de carbono orgânico, Ds: densidade do solo, Dp: densidade de partícula, Temp: temperatura do solo.

7.0. DISCUSSÃO

Além de influenciar diretamente o desenvolvimento das plantas, a temperatura do solo afeta o desenvolvimento, infecção, reprodução, sobrevivência e migração do nematoide (Trudgill; Perry, 1994; Leitão *et al.*, 2021;

Velloso *et al.*, 2022). Por outro lado, o balanço de energia na superfície do solo é influenciado pelos sistemas de manejo do solo que interferem na temperatura, visto que alteram as condições da superfície do solo (Silva; Reichert; Reinert, 2006). O aumento da temperatura do solo no período seco, nesse estudo, deve-se, provavelmente, à maior incidência solar sobre o solo, apesar do uso de cobertura morta próximo às plantas na área. Este resultado corrobora Carneiro *et al.* (2013), que verificaram a ocorrência de amplitude da temperatura de 4 °C para o período seco e 1,2 °C para o chuvoso em uma área de floresta amazônica.

O ligeiro aumento da porosidade do solo no período chuvoso pode estar ligado ao manejo agroecológico, com a adição de matéria orgânica ao solo a partir da utilização de cobertura morta. Possivelmente a cobertura morta em associação com a umidade do solo pode ter propiciado este aumento. Resultados para este aumento também são descritos para o período chuvoso em relação ao seco em trabalho realizado por Marques *et al.* (2012) em um sistema agroflorestal onde a porosidade total apresentou aumento de 0,20 no período seco para 0,22 no período chuvoso.

As variações da condutividade elétrica podem estar relacionadas à lixiviação que ocorre pela ação da precipitação no período chuvoso, visto que outros trabalhos também identificaram este fenômeno em outras áreas da região semiárida. Resende *et al.* (2014), em estudo em um perímetro irrigado em Sergipe, observaram elevação nos valores de condutividade elétrica do período chuvoso de 2008 para o período seco de 2009, que oscilou de 0,56 dS m⁻¹ para 1,10 dS m⁻¹, concluindo que a chuva promove a lixiviação dos sais das camadas do solo reduzindo, assim, os valores de condutividade elétrica do período chuvoso. No entanto, destaca-se que, no presente estudo, os valores da condutividade elétrica referentes aos dois períodos: seco (1,49 dS m⁻¹) e chuvoso (0,94 dS m⁻¹) estão abaixo do valor 3,0 dS m⁻¹, no qual o efeito da água de irrigação poderia provocar a redução da produtividade da cultura (Cavalcante *et al.*, 2005).

A maior concentração da matéria orgânica no solo para o período chuvoso pode estar relacionada à maior deposição de biomassa vegetal no solo devido ao aumento de plantas herbáceas. Correia *et al.* (2015) também observaram que no período chuvoso a concentração inicial da matéria orgânica no solo foi de 0,10 kg⁻¹ dm⁻³ em relação à 0,08 kg⁻¹ dm⁻³ no período seco em uma área de

pastagem em regeneração natural na caatinga. A retirada da cobertura vegetal tem como consequência a redução nos processos de ciclagem de nutrientes e aceleração da decomposição da matéria orgânica, possibilitando a modificação de características físicas como densidade, estrutura, porosidade e distribuição de agregados (Portugal *et al.*, 2010).

A atividade microbiana e a deposição da biomassa como cobertura do solo devem ter contribuído para os maiores valores de estoque de carbono do solo no período chuvoso. Ao avaliar sistemas de plantio direto na palha de diferentes anos, Campos *et al.* (2013) demonstraram que para o sistema de plantio direto por três anos os valores do carbono orgânico total, na profundidade de 0-20 cm, foi maior no período chuvoso (11,01 g kg⁻¹) que no período seco (7,56 g kg⁻¹).

Por serem abundantes no solo e sensíveis às alterações ambientais, além de serem facilmente observáveis e quantificáveis pelo uso de técnicas laboratoriais simples, os nematoides são bons indicadores de qualidade ambiental (Ferris, 2010). Na área estudada, a comunidade de nematoides do solo estava constituída predominantemente pelos parasitas de plantas, o que se justifica pela alta suscetibilidade da goiabeira a nematoides, especialmente os do gênero *Meloidogyne* (Oliveira *et al.*, 2021), embora, no presente estudo, *Helicotylenchus* tenha sido o gênero predominante do grupo.

O aumento populacional dos parasitas de planta observado no período seco pode estar ligado à utilização de irrigação que deve estar criando um cenário favorável a esses nematoides. Com a presença da planta suscetível, a regularidade das condições de umidade e temperatura no período seco devem ter favorecido a rápida e contínua multiplicação dos parasitas de planta. Por outro lado, apesar da ocorrência de chuvas no período chuvoso, a irregularidade e a baixa precipitação na região não supriram adequadamente as necessidades dos nematoides para rápida multiplicação. Jesus; Coelho Filho; Ritzinger (2010) relataram aumento expressivo na população de *Helicotylenchus sp* em cultivo de bananeira irrigada na Bahia no período seco, concluindo que a irrigação favorece o aumento populacional de *Helicotylenchus sp*.

As fracas correlações entre as variáveis ambientais e nematoides no período chuvoso mostram que, para esta condição, as variáveis analisadas exerceram pouca ou nenhuma influência nos taxa de nematoides presentes no

solo. Ao correlacionar as variáveis físicas (umidade e densidade do solo, densidade de partículas, argila, areia, silte e porosidade) de um solo cultivado de cana-de-açúcar com alguns gêneros de nematoides, entre os quais *Helicotylenchus* e outros parasitas de plantas, Oliveira *et al.* (2011) não encontraram correlação acima de 0,5. No entanto, é possível que o resultado das correlações seja afetado pela existência de um ou mais fatores limitantes à multiplicação dos nematoides, a exemplo da regularidade de água disponível no solo. Por exemplo, no período seco, com regularidade de suprimento de água (irrigado), algumas correlações entre os taxa e o tamanho das partículas do solo (areia e argila) foram maiores que 0,5%.

O tamanho das partículas do solo é fator determinante na mobilidade dos nematoides parasitas de planta (Erb; Lu, 2013; Barro, 2016). Nematoides geralmente apresentam maior grau de infestação em solos de textura arenosa a franco-arenosa (Avendaño; Pierce; Melakeberhan, 2004, Patricia).

As baixas correlações entre as variáveis do solo e grupos tróficos nos eixos canônicos podem estar ligadas a fatores que ainda não foram identificados para este trabalho. No entanto, estes resultados estão de acordo com outros trabalhos, como o de Du Preez *et al.* (2018), que encontraram baixas correlações significativas para a RDA (F1 33.31% e F2 13%) ao estudarem a influência da água de irrigação sobre a saúde do solo, usando grupos de nematoides como bioindicadores, e o de Su *et al.* (2021) ao estudarem a influência de fertilizantes orgânicos e inorgânicos na cadeia alimentar de nematoides e micróbios do solo. Em estudo conduzido por Liu *et al.* (2021), a análise de redundância (RDA) para as correlações da nematofauna e parâmetros ambientais também foram baixas (19% para o primeiro e 6% para o segundo eixo), sendo o pH e a umidade do solo as variáveis que mais influenciaram a nematofauna.

A influência do pH sobre a nematofauna pode estar ligada à concentração em níveis maiores ou menores no solo, interferindo principalmente sobre os grupos mais próximos à rizosfera das plantas. A maior parte dos nematoides pode viver em ambientes onde as condições de acidez são mais amenas (Chen *et al.*, 2021), assim, um maior pH impacta negativamente na comunidade presente na rizosfera.

6.0. CONCLUSÕES

Na presença de hospedeira suscetível, a amplitude de temperatura de 29,50 a 35,50 °C e a regularidade de disponibilidade de água no solo favorecem a multiplicação dos nematoides, especialmente os parasitas de planta. Entre as variáveis do solo analisadas no presente estudo, a temperatura, o pH, a umidade, e a densidade e o tamanho das partículas do solo afetam mais diretamente as comunidades de nematoides no solo.

7.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVENDAÑO, F.; PIERCE, F. J.; MELAKEBERHAN, H. Spatial analysis of soybean yield in relation to soil texture, soil fertility and soybean cyst nematode. **Nematology**, v. 6, n. 4, p. 527-545, 2004.

Biazatti, M. A., de Souza, R. M., Marinho, C. S., Guilherme, D. O., Campos, G. S., Gomes, V. M., & Bremenkamp, C. A. (2016). Resistência de genótipos de araçazeiros a *Meloidogyne enterolobii*. **Ciência Rural**, 46(3), 418-120. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140488

CAMPOS, L. P. et al. Estoques e frações de carbono orgânico em Latossolo Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 3, p. 304–312, mar. 2013.

CARNEIRO, R. G. et al. Estudo Da Temperatura Do Solo Em Dois Biomas Florestais Nos Períodos, Chuvoso E Seco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 4, p. 1009–1022, 2013.

CAVALCANTE, L. F. et al. Germinação e crescimento inicial de goiaba plantas irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 515-519, 2005.

CHEN, Y. et al. Cattle grazing mitigates the negative impacts of nitrogen addition on soil nematode communities. **Ecological Indicators**, v. 129, 2021.

CORREIA, K. G. et al. Atividade microbiana e matéria orgânica leve em áreas de caatinga de diferentes estágios sucessionais no semiárido Paraibano. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 196–202, 2015.

DELGADO, Nelson Giordano. Agronegócio e agricultura familiar no Brasil: desafios para a transformação democrática do meio rural. **NCN-Novos Cadernos NAEA**, v. 15, n. 1, 2012.

DU PREEZ, G. C. et al. Beneficial nematodes as bioindicators of ecosystem health in irrigated soils. **Applied Soil Ecology**, v. 132, n. May, p. 155–168, 2018.

Fátima de Souza Gomes ,Alessandro de Magalhães Arantes. VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE GOIABA (*Psidium guajava*) NO SUDOESTE DO SEMIÁRIDO BAIANO. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v.13, n.1, p.1-12, 2022

Gomes, V. M., Souza, R. M., Mussi-Dias, V., Silveira, S. F., & Dolinski, C. (2011). Guava decline: a complex disease involving *Meloidogyne enterolobii* and *Fusarium solani*. **Journal of Phytopathology**, 159(1), 45-50. DOI: 10.1111/j.1439-0434.2010.01711.x

Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2022.

<https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2010...>

JESUS, F. N. DE; COELHO FILHO, M. A.; RITZINGER, C. H. S. P. EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM BANANEIRA GRANDE NAINÉ SOBRE A COMUNIDADE DE NEMATÓIDES. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. Anais...2010Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/873577/1/ID27205pdf1936.pdf>>

Khanum, T. A.; Mehmood, N.; Khatoon, N. Nematodes as Biological Indicators of Soil Quality in the Agroecosystems. In: Bellé, C. ; Kaspary, T. E. Nematodes - Recent Advances, **Management and New Perspectives**, 1. ed. London: IntechOpen, 2022. v. 1. 232p.

LEITAO1, D. A. H. S.; PEDROSA, E. M. R.; DICKSON, D. W.; OLIVEIRA, A. K. S.; ROLIM, M. M. Temperature: a driving factor for *Meloidogyne floridensis* migration toward different hosts. **JOURNAL OF NEMATOLOGY**. , v.53, p.1 - 10, 2021.

LIU, L. et al. Nematode communities indicate anthropogenic alterations to soil dynamics across diverse grasslands. **Ecological Indicators**, v. 132, 2021.

MAI, W. F.; Mullin, P. G. 1996. Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera. **4ed Ithaca**: Cornell University Press. pp.277 .

Maranhão, S. R. V. L., de Moura, R. M., & Pedrosa, E. M. R. (2001). Reação de indivíduos segregantes de goiabeira a *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. mayaguensis*. **Nematologia Brasileira**, 25(1), 191-1

MARIANI, C.M.; HENKES, J.A. Agricultura orgânica x agricultura convencional soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 315 - 338, 2015

MARQUES, J. D. DE O. et al. Variações do carbono orgânico dissolvido e de atributos físicos do solo sob diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 2, p. 611–622, abr. 2012.

MOURA, R.M. & G.R.C. TORRES, Fitonematoides na fruticultura irrigada do Nordeste: desafio a ser enfrentado, **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, vol. 1, p.40-44, 2004

OLIVEIRA, A. K. DOS S. et al. EFEITO DA PROFUNDIDADE E DA COMPACTAÇÃO DO SOLO CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE A BIOTA DO SOLO NO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO. **XI JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX**. Anais...Recife: 2011Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662014001300046&lng=pt&tlng=pt>

OLIVEIRA, M. L. F.; PEREIRA, T. N. S.; BARBOSA, R. M.; VIANA, A. P. Analysis of the reproduction mode in *Psidium* spp. using the pollen:ovule ratio, **Acta Scientiarum**. Agronomy, v. 43, e44062, 2021.

Patricia Angelo de Barros. Dinâmica de nematoides em colunas de solo. 2016. Tese (Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco
Inst. financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior 12.

Pereira, F. O. M., de Souza, R. M., Souza, P. M., Dolinski, C., & Santos, G. K. (2009). Estimativa do impacto econômico e social direto de *Meloidogyne mayaguensis* na cultura da g Almeida, E. J., Wickert, E., Santos, J. M., & Martins, A. B. G. (2012). Análise da variabilidade genética de *Psidium* spp. (Myrtaceae) avaliados quanto à reação a *Meloidogyne enterolobii*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(2), 532-539. DOI: 10.1590/S0100-29452012000200027. <https://doi.org/10.1590/S0100-2945201200iaba> no Brasil. **Nematologia Brasileira**, 33(2), 176-181.

R Core Team (2018) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org>.

RB, M.; LU, J. Soil abiotic factors influence interactions between belowground herbivores and plant roots. **Journal of Experimental Biology**, v. 64, n. 5, p. 1295-1303, 2013.

RESENDE, R. S. et al. Distribuição espacial e lixiviação natural de sais em solos do Perímetro Irrigado Califórnia, em Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. suppl, p. 46–52, 2014.

SANTOS, CF; SIQUEIRA, E. S. ; ARAÚJO, I. T.; GUEDES, Z. M. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambiente & Sociedade** n São Paulo v. XVII, n. 2 n p. 33-52 n abr.-jun. 2014

Silva, V.R.; Reichert, J. M.; Reinert, D.J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** 30:391-399, 2006.

SU, L. et al. Organic manure induced soil food web of microbes and nematodes drive soil organic matter under jackfruit planting. **Applied Soil Ecology**, v. 166, n. March 2020, p. 103994, out. 2021.

Trudgill, D. L., and Perry, J. N. 1994. Thermal time and ecological strategies – a unifying hypothesis. **Annals of Applied Biology** 125:521–532

Velloso JA, Maquilan MAD, Campos VP, Brito JA, Dickson DW. Temperature Effects on Development of *Meloidogyne Enterolobii* and *M. Floridensis*. **J Nematol.** 2022 Jun 10;54(1):20220013.

VENZON, Madelaine et al. Manejo agroecológico das pragas das fruteiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.37, n.293, p.94-103, 2016

CAPÍTULO 3

**Composição da nematofauna e qualidade do solo em áreas nativa,
em regeneração e cultivo convencional na Caatinga**

COMPOSIÇÃO DA NEMATOFAUNA E QUALIDADE DO SOLO EM ÁREAS NATIVA, EM REGENERAÇÃO E CULTIVO CONVENCIONAL NA CAATINGA

Resumo

Os nematoides possuem atributos que funcionam como ferramentas valiosas para a determinação da qualidade do solo, principalmente em áreas degradadas. O objetivo do estudo foi determinar variações na estrutura e composição da comunidade de nematoides em áreas de caatinga nativa, em recuperação e em cultivo convencional, no período seco e chuvoso, e relacionar a estrutura e composição da nematofauna com a temperatura do solo, frações granulométricas do solo, densidade de partícula, porosidade, matéria orgânica, estoque de carbono, pH e condutividade elétrica do solo. O estudo foi realizado no Bioma Caatinga em três manejos do solo: caatinga nativa, caatinga em regeneração e áreas agricultáveis, nas coordenadas latitude 7°32'12.22"S longitude 37°29'18.78"O. A caatinga preservada registrou as menores amplitudes e aumento de temperatura nos dois períodos, embora as maiores amplitudes e médias de temperatura tenham ocorrido no período seco, nas três áreas. No período chuvoso, a caatinga preservada e em regeneração abrigaram a maior quantidade de gêneros de nematoides de vida livre e parasitas de planta. Os parasitas de plantas, especialmente *Helicotylenchus*, foram dominantes em todas as áreas e períodos. A temperatura do solo, frações granulométricas, estoque de carbono, e condutividade elétrica foram as variáveis abióticas do solo que mais se correlacionaram com os taxa. As variáveis abióticas mostraram baixa correlação com nematóides onívoros e predadores e correlação moderada com os parasitas de planta, micófagos e bacterívoros, indicando a capacidade bioindicadora dos nematoides em relação aos parâmetros de estresse que afetam a qualidade do solo. A composição taxonômica da comunidade de nematoides foi diferente para os três tipos de manejo, com dissimilaridade média geral de 0,43 e 0,39% ($P < 0,001$), no período chuvoso e seco, respectivamente, com maior contribuição dos parasitas de plantas.

Palavras-chave: Área degradada, Caatinga, bioindicador, nematoides, qualidade do solo, Semiárido.

NEMATOFAUNA COMPOSITION AND SOIL QUALITY IN NATIVE AND RECOVERING CAATINGA AND CONVENTIONAL CULTIVATION AREAS

Abstract

Nematodes present attributes that function as valuable tools for determining soil quality, especially in degraded areas. The objective of the study was to determine variations in nematode community structure and composition in areas of native and in recovery caatinga and in conventional cultivation, in dry and rainy season, and to relate the structure and composition of the nematode community with the soil temperature, particle size, particle density, porosity, organic matter, carbon stock, pH and electrical conductivity. The study was carried out in the Caatinga Biome under three soil management: native caatinga, regenerating caatinga and arable areas, at coordinates latitude 7°32'12.22"S longitude 37°29'18.78"W. The preserved caatinga recorded the smallest amplitudes and temperature increase in both periods, despite the highest amplitude and mean temperature in the dry period, in the three areas. In the rainy season, preserved and regenerating caatinga supported the higher number of plant parasite and free-living nematode genera. Besides, the plant parasites were dominant in all areas and periods. Temperature, particle size, organic matter, carbon stock, and electrical conductivity were the soil abiotic variables that most correlated with nematode taxa. The abiotic variables had low correlation with omnivorous and predatory nematodes and moderate correlation with plant-parasitic, fungivorous and bacterivorous nematodes, ensuring the nematode indicator feature to attest soil quality. The taxonomic composition of the nematode community was different for the three managements, with an overall mean dissimilarity of 0.43 and 0.39% ($P < 0.001$) in the rainy and dry season, respectively, standing up the major role of the plant parasites.

Key-words: Degraded area, Caatinga, bioindicator, nematodes, soil quality, Semiarid.

8.0. INTRODUÇÃO

O Semiárido nordestino é constituído por diversos ecossistemas naturais que possuem especificações próprias quanto a topografia, solo, precipitação pluviométrica e pluriatividades distintas. Essas condições conferem à região uma vasta diversidade dotada de grandes riquezas biológicas quando comparadas a outras regiões semiáridas do mundo (Perez-Marin *et al.*, 2013). No entanto, a irregularidade de chuvas e os baixos índices de precipitação, aliados ao contexto hidrogeológico, contribuem para os reduzidos valores de disponibilidade hídrica ali observados (Lima; Barbosa; Guimarães, 2020). Acrescenta-se as temperaturas elevadas durante todo ano, baixas amplitudes térmicas (entre 2°C e 3°C), forte insolação e altas taxas de evapotranspiração que normalmente superam os totais pluviométricos irregulares, configurando taxas negativas no balanço hídrico (ANA, 2023).

As condições ambientais do semiárido brasileiro tornam a região muito propícia à degradação dos solos, pelo que qualquer intervenção, como desmatamentos, uso agrícola com manejo inadequado dos solos e da irrigação, pecuária, edificações e construções, pode promover degradações de natureza morfológica, química, física e biológica, muitas vezes irreversíveis (Melo *et al.*, 2019). O Bioma Caatinga está inserido nesse cenário, ocupando a maior parte do Semiárido nordestino. Apesar de estar, bastante alterada, a Caatinga contém uma grande variedade de tipos vegetacionais e é o bioma menos conhecido do país (Giulietti *et al.*, 2004).

Na tentativa de reverter a tendência de declínio da qualidade do solo, vários estudos vêm sendo realizados tentando identificar práticas de manejo adequadas (Andrade *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2020a, b, c, d). Contudo, ferramentas para avaliar a qualidade do solo são necessárias para garantir uma agricultura sustentável e avaliar os efeitos das práticas de gestão sobre os processos do solo. Devido à vasta diversidade trófica e funcional, os nematoides desempenham um papel fundamental na regulação de vários processos ecossistêmicos essenciais, incluindo ciclagem de nutrientes, mudanças sucessionais e fluxo de energia, o que os tornam excelentes indicadores da qualidade do solo. (Kouser; Shah; Rasmann, 2021)

Os nematoides são invertebrados aquáticos, considerados o grupo de animais mais abundantes e diversificados da microfauna do solo. Possuem diversos hábitos alimentares (micófago, bacteriófago, predador ou onívoro) e

desempenham diferentes papéis ecológicos no solo (Yeates et. al., 1993). Devido as suas características como abundância, diversidade taxonômica e trófica, entre outras, os nematoides apresentam grande potencial para serem indicadores de alterações ambientais, qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas (Du Preez *et al.*, 2028; Silva *et al.*, 2021; Murphy *et al.*, 2023).

Áreas degradadas do Bioma Caatinga, se mantidas sem intervenção, podem se regenerar. Contudo, o conhecimento da capacidade de regeneração destes ambientes é limitado. Assim, o objetivo do presente estudo foi determinar variações na estrutura e composição da comunidade de nematoides em áreas de caatinga nativa, em recuperação e em cultivo convencional, no período seco e chuvoso, e relacionar a estrutura e composição da nematofauna com a temperatura, frações granulométricas do solo, densidade de partícula, porosidade, estoque de carbono, pH e condutividade elétrica do solo.

9.0. MATERIAL E MÉTODOS

9.1. Caracterização da área experimental

O estudo foi conduzido no município de Tabira na bacia hidrográfica do rio Pajeú, situado no sertão de Pernambuco (Figura 1). O relevo local varia de ondulado a suave-ondulado e a vegetação predominante constitui-se da Caatinga Hiperxerófila (CPRM, 2005). O clima do município é do tipo BSwH, segundo a classificação de Koppen, caracterizando-se como semiárido quente e tropical quente (BRASIL IBGE, 2000), com taxa pluviométrica anual de 806 mm ano⁻¹, com um período de estiagem de sete meses, temperatura média anual de 27°C (CPRM, 2005).

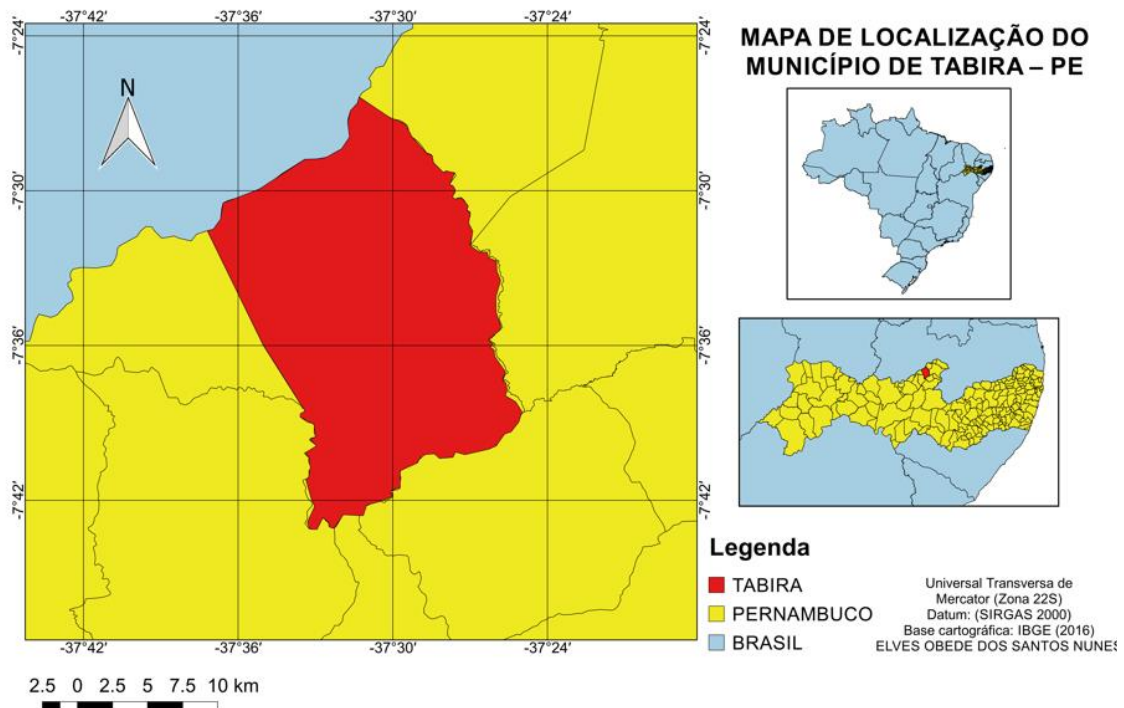


Figura 1. Localização do município no estado de Pernambuco.

O estudo foi realizado em áreas do Bioma Caatinga, com três tipos de cobertura do solo: caatinga nativa, caatinga em regeneração e áreas agricultáveis, em uma pequena propriedade localizada na comunidade rural de Nova Espanha no município de Tabira, com altitude de 608 m, nas coordenadas latitude 7°32'12.22"S longitude 37°29'18.78"O (Figura 2). O solo da área experimental é o LUVISSOLO HÁPLICO Órtico típico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

9.2. Amostragem e determinação das variáveis estudadas

Foram realizadas duas coletas com 36 amostras por coleta, com 12 amostras para cada área de uso diferente, em uma malha regular com espaçamento de 10m entre pontos, em condições de campo (Figura 3), na profundidade de 10-30 cm, com aproximadamente 1,0 kg de solo cada, a primeira coleta no período chuvoso dia 15/03/2022 e a segunda coleta foi no período seco dia 03/08/2022.

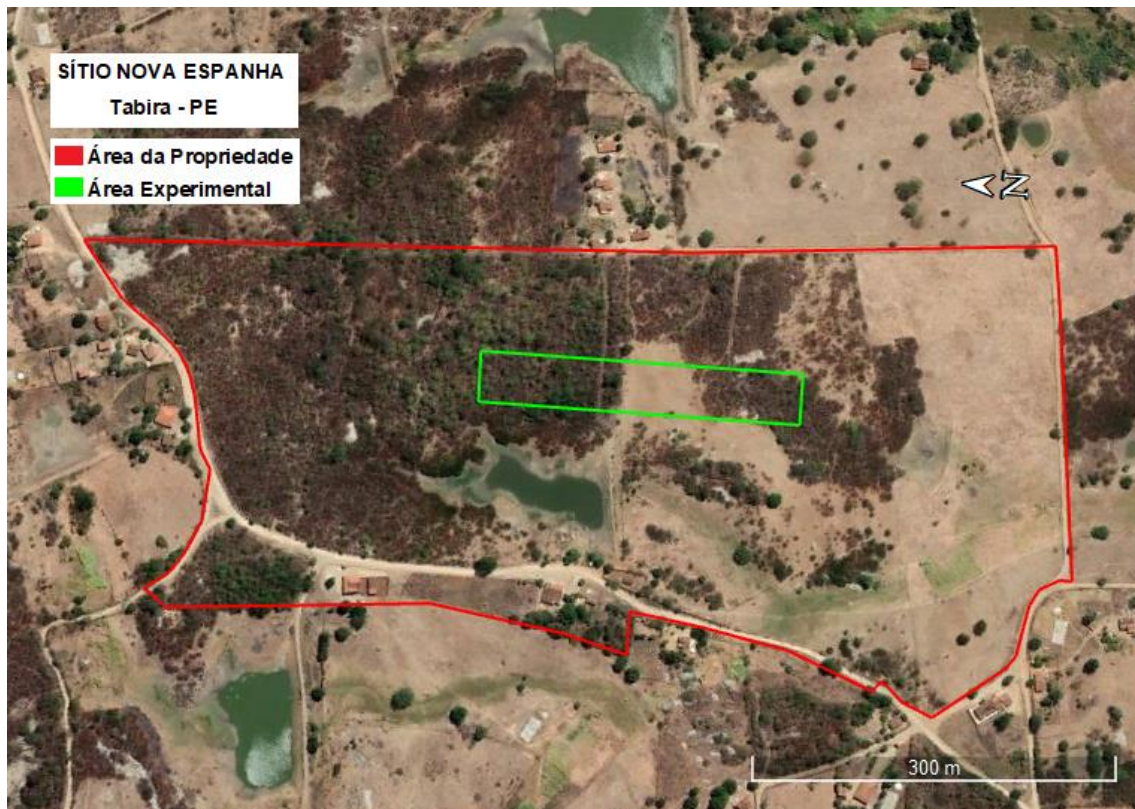


Figura 2. Imagem da propriedade com localização da área experimental em verde no município de Tabira, bacia hidrográfica do rio Pajeú, sertão de Pernambuco. **Fonte:** Google Earth Pro.

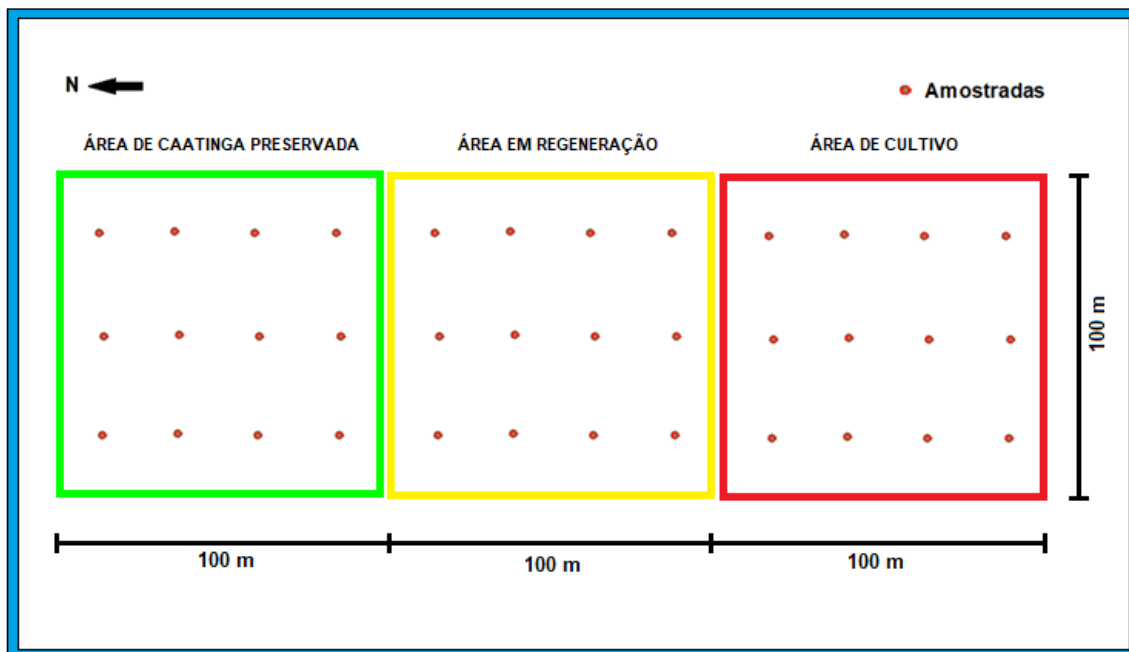


Figura 3. Representação do croqui das áreas experimentais de caatinga preservada, em regeneração e de cultivo.

Amostras indeformadas de solo foram coletadas em anéis com o auxílio de um trado tipo uhland, para avaliação da densidade e umidade do solo, embaladas em papel filme e armazenadas em caixas. As amostras de solo coletadas de forma deformada foram usadas para determinação das frações granulométricas do solo, densidade de partícula, porosidade, textura do solo, carbono orgânico e estoque de carbono, pH, condutividade elétrica e nematofauna do solo, armazenadas em sacos plásticos etiquetados, e enviadas para os laboratórios para as análises.

As frações granulométricas de areia, silte e argila foram determinadas pelo método do densímetro de Boyoucos, utilizando-se um agitador mecânico como dispersante físico. A densidade do solo (g cm^3) foi analisada pelo método do anel volumétrico, a densidade de partículas (g cm^3) pelo método do balão volumétrico, a umidade no solo foi determinada pelo método gravimétrico, a condutividade elétrica e o pH através do extrato de saturação do solo em pasta saturada e leitura com auxílio de condutivímetro e peagômetro, respectivamente, todos conforme (Teixeira *et al.*, 2017).

Para determinação do carbono orgânico total do solo utilizou-se a metodologia de Yeomans e Bremner (1988), e para o cálculo da matéria orgânica do solo multiplicou-se o carbono orgânico total do solo pelo fator de Van Bemmelen 1,724 (100/58), considerando que, em média, representa 58% do carbono orgânico total.

Para as análises nematológicas, as amostras (300 cm^3 de solo) foram homogeneizadas e, com o auxílio de peneiras de 60 e 400 mesh, foram processadas para extração dos nematoides, utilizando o método da flotação centrífuga (Jenkins, 1964). As suspensões obtidas foram colocadas em frascos e acondicionadas em geladeira por no máximo três dias até a contagem e identificação. A estimativa populacional foi obtida através de contagem de 1 mL da suspensão na lâmina de Peters com o auxílio de um microscópio óptico 20x, usando-se a média de duas contagens. Os resultados foram computados em número de espécimes por 300 cm^3 de solo. Os nematoides foram identificados por meio de lâminas temporárias, no microscópio óptico com objetivas de 40 e 100 x. Os nematoides foram identificados a nível de gênero conforme as chaves de identificação de Mai; Mullin (1996) e Tarjan e Chang (1977), respectivamente. Para o estudo da estrutura trófica, os nematoides foram classificados quanto ao

hábito alimentar em cinco grupos tróficos (parasitos de planta, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros), de acordo com Yeates *et al.* (1993)

9.3. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise descritiva, de variância e multivariada e avaliados quanto à distribuição normal, através do teste de aderência à normalidade de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância. Foram realizadas análises de correlação e de redundância (RDA), para verificar as relações entre os nematoides e as variáveis do solo, e efetuada ordenação de escala multidimensional não métrica (NMDS), baseada no índice de similaridade de Bray-Curtis, para determinar a composição taxonômica da comunidade de nematoides sob a influência de três áreas, para as análises estatísticas foi utilizado o software R Core Team, 2018.

10.0. RESULTADOS

As variáveis ambientais das três áreas em estudo encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3. A análise estatística referente à área de Caatinga preservada (Tabela 1) mostra aumento significativo na média da temperatura no período seco em relação ao período chuvoso (3 °C), corroborando as menores amplitudes (23,5 a 26,5 °C) e variância (0,30) da temperatura no período chuvoso em relação ao período seco (24,5 a 35,5 °C e variância de 3,44), enquanto a umidade do solo apresentou queda significativa de 4%. No mesmo período, a porosidade total do solo mostrou acréscimo significativo (0,40 a 0,47) e a matéria orgânica aumento significativo de 25%, sem efeito significativo no estoque de carbono.

Tabela 1. Variáveis ambientais da área de caatinga preservada em uma propriedade no município de Tabira-PE, Brasil.

	Período chuvoso										Período Seco									
	Mín	Máx	Média	Var	DP	CV (%)	Coef Curtose	Coef Assim	Erro	K-S	Mín	Máx	Média	Var	DP	CV (%)	Coef Curtose	Coef Assim,	Erro	K-S
Variáveis Ambientais																				
Temperatura (°C)	23,50	26,50	24,65B	0,30	0,54	2,21	4,15	1,42	0,10	0,38	24,50	35,50	27,43A	3,44	1,86	6,76	12,44	2,71	0,34	0,25
Ds (g cm ⁻³)	1,20	1,72	1,56A	0,01	0,10	6,63	4,10	-1,59	0,02	0,20	1,13	1,64	1,38B	0,01	0,12	8,68	-0,02	-0,06	0,02	0,08
Dp (g cm ⁻³)	2,30	3,57	2,60	0,05	0,23	8,81	10,57	2,61	0,04	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pt (%)	30,89	54,13	39,94B	22,26	4,72	11,81	2,82	1,17	0,86	0,15	39,16	59,81	46,59A	29,45	5,43	11,65	-0,51	0,39	0,99	0,13
u (%)	4,59	17,25	8,77A	10,31	3,21	36,61	1,02	1,18	0,59	0,19	0,99	41,36	4,14B	51,07	7,15	172,65	27,90	5,20	1,30	0,37
Argila(%)	4,00	24,00	12,53	32,33	5,69	45,36	-0,94	0,25	1,04	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Areia(%)	48,52	76,86	65,74	49,60	7,04	10,71	-0,38	-0,30	1,29	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silte(%)	9,42	33,80	21,72	22,29	4,72	21,74	1,36	-0,08	0,86	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	4,46	6,24	5,55A	0,22	0,47	8,47	-0,16	-0,79	0,09	0,15	4,46	6,15	5,31B	0,17	0,41	7,72	0,18	0,20	0,07	0,11
CE (dS m ⁻¹)	0,17	0,43	0,23A	0,00	0,05	22,00	7,28	2,17	0,01	0,14	0,12	0,36	0,21A	0,00	0,06	28,01	0,88	1,06	0,01	0,21
MO (%)	0,30	4,56	1,82B	0,85	0,92	50,70	2,20	1,21	0,17	0,20	0,86	4,59	2,40A	1,18	1,09	45,27	-0,83	0,64	0,20	0,18
Est C (Mg. ha ⁻¹)	8,20	107,42	48,63A	522,20	22,85	46,99	1,52	1,01	4,17	0,20	16,91	128,25	57,64A	696,94	26,40	45,80	0,33	0,91	4,82	0,15

Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade de partícula; Pt: Porosidade total; U: Umidade; CE: Condutividade elétrica da pasta de saturação do solo; MO: Porcentagem de matéria orgânica do solo; Est C: Estoque de carbono do solo. Mín: Mínimo; Máx: Máximo; Var: Variância; DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; Coef Curtose: Coeficiente de curtose; Coef Assim: Coeficiente de assimetria; K-S: Teste de normalidade de Kolmogorov- Smirnov a 5% de probabilidade. Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre o período seco e chuvoso, pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Variáveis ambientais da área de caatinga em regeneração em uma propriedade no município de Tabira-PE, Brasil.

	Período chuvoso										Período Seco										
	Mín	Máx	Média	Var	DP	CV (%)	Coef Curtose	Coef Assim	Erro	K-S	Mín	Máx	Média	Var	DP	CV (%)	Coef Curtose	Coef Assim	Erro	K-S	
Variáveis Ambientais																					
Temperatura (°C)	23,50	31,50	26,50B	3,90	2,00	7,40	1,40	1,40	0,40	0,30	28,50	50,50	36,68A	38,03	6,17	16,81	0,55	1,19	1,13	0,21	
Ds (g cm-3)	1,30	1,80	1,50A	0,00	0,10	7,80	-0,30	-0,30	0,00	0,12	1,06	1,80	1,39B	0,02	0,15	10,69	1,14	0,19	0,03	0,11	
Dp (g cm-3)	2,40	2,80	2,60	0,00	0,10	4,00	-0,40	0,00	0,00	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pt (%)	30,00	53,5	41,10B	26,00	5,10	12,40	0,30	0,40	0,90	0,14	26,29	58,74	46,81A	45,87	6,77	14,47	1,65	-0,81	1,24	0,10	
u (%)	1,61	15,83	10,73A	12,700	3,56	33,23	-0,10	-0,40	0,65	0,12	1,00	7,15	3,74B	2,35	1,53	41,03	-0,49	0,33	0,28	0,09	
Argila (%)	6,00	34,00	17,80	48,10	6,94	38,96	0,07	0,56	1,27	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Areia (%)	38,58	83,24	60,09	133,83	11,57	19,25	-0,25	0,39	2,11	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Silte (%)	8,76	31,32	22,11	35,02	5,92	26,77	0,22	-1,00	1,08	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
pH	5,39	6,45	5,83A	0,08	0,29	4,92	-0,65	0,37	0,05	0,08	5,02	6,07	5,51B	0,07	0,27	4,92	-0,59	0,20	0,05	0,10	
CE (dS m-1)	0,18	0,63	0,28A	0,01	0,09	32,04	7,57	2,33	0,02	0,16	0,12	0,51	0,21B	0,01	0,08	39,39	8,90	2,92	0,01	0,30	
MO (%)	0,37	2,33	1,36B	0,22	0,47	34,56	-0,09	-0,47	0,09	0,11	0,69	3,34	2,13A	0,43	0,66	30,96	-0,12	-0,21	0,12	0,08	
Est C (Mg, ha ⁻¹)	8,46	61,32	36,45B	158,24	12,58	34,51	0,09	-0,60	2,30	0,14	18,78	88,02	50,87A	250,17	15,82	31,09	0,02	0,13	2,89	0,06	

Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade de partícula; Pt: Porosidade total; U: Umidade; CE: Condutividade elétrica da pasta de saturação do solo; MO: Porcentagem de matéria orgânica do solo; Est C: Estoque de carbono do solo. Mín: Mínimo; Máx: Máximo; Var: Variância; DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; Coef Curtose: Coeficiente de curtose; Coef Assim: Coeficiente de assimetria; K-S: Teste de normalidade de Kolmogorov- Smirnov a 5% de probabilidade. Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre o período seco e chuvoso, pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Variáveis ambientais da área de agricultura convencional em uma propriedade no município de Tabira-PE, Brasil.

	Período chuvoso										Período Seco										
	Mín	Máx	Média	Var	DP	CV (%)	Coef Curtose	Coef Assim	Erro	K-S	Mín	Máx	Média	Var	DP	CV (%)	Coef Curtose	Coef Assim	Erro	K-S	
Variáveis Ambientais																					
Temperatura (°C)	25,50	33,50	31,00B	4,19	2,05	6,60	2,52	-1,51	0,37	0,27	26,00	51,00	37,32A	43,04	6,56	17,58	-0,23	0,20	1,20	0,13	
Ds (g cm-3)	1,34	1,80	1,59A	0,01	0,11	6,80	0,21	-0,36	0,02	0,11	1,17	1,64	1,42B	0,02	0,13	9,05	-0,70	-0,37	0,02	0,13	
Dp (g cm-3)	1,98	2,78	2,46	0,04	0,19	7,80	1,63	-1,27	0,03	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pt (%)	14,45	46,35	34,79B	37,98	6,16	17,70	3,83	-1,50	1,13	0,16	21,18	53,81	41,62A	63,70	7,98	19,18	0,52	-0,73	1,46	0,10	
u (%)	5,21	17,38	11,46A	10,40	3,22	28,10	-0,65	0,06	0,59	0,09	2,02	8,36	4,67B	2,46	1,57	33,60	-0,31	0,19	0,29	0,10	
Argila (%)	8,00	34,00	17,50	47,43	6,89	39,40	-0,40	0,74	1,26	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Areia (%)	34,00	79,24	62,28	117,47	10,84	17,40	-0,03	-0,61	1,98	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Silte (%)	10,76	32,00	20,22	24,58	4,96	24,50	0,42	0,51	0,91	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
pH	5,82	6,92	6,37A	0,09	0,30	4,70	-0,92	-0,10	0,05	0,10	4,95	6,27	5,75B	0,11	0,33	5,71	0,58	-0,73	0,06	0,10	
CE (dS m-1)	0,17	0,58	0,31A	0,01	0,09	30,10	1,60	1,13	0,02	0,15	0,08	0,86	0,19B	0,02	0,14	73,62	20,42	4,21	0,03	0,28	
MO (%)	0,08	4,11	1,43B	0,73	0,85	59,60	3,72	1,76	0,16	0,27	1,25	3,65	2,06A	0,52	0,72	35,14	-0,44	0,93	0,13	0,20	
Est C (Mg, ha ⁻¹)	2,64	108,52	39,04B	463,32	21,52	55,10	3,43	1,57	3,93	0,24	32,35	90,96	50,40A	273,83	16,55	32,84	0,03	1,09	3,02	0,25	

Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade de partícula; Pt: Porosidade total; U: Umidade; CE: Condutividade elétrica da pasta de saturação do solo; MO: Porcentagem de matéria orgânica do solo; Est C: Estoque de carbono do solo. Mín: Mínimo; Máx: Máximo; Var: Variância; DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; Coef Curtose: Coeficiente de curtose; Coef Assim: Coeficiente de assimetria; K-S: Teste de normalidade de Kolmogorov- Smirnov a 5% de probabilidade. Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre o período seco e chuvoso, pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Na área de Caatinga em regeneração (Tabela 2), houve aumento significativo da temperatura do período chuvoso para o seco. A amplitude de temperatura foi de 23,5 a 31,5 °C no período chuvoso e 28,5 a 50,5 °C no período seco com variância de 3,90 e 38,03%, respectivamente. A temperatura do solo teve elevação média de 9 °C, a porosidade total do solo aumento de 0,41 a 0,47, a matéria orgânica aumentou 36% e o estoque de carbono do solo 28% no período seco, todas significativas, em relação ao chuvoso, com redução de mais de 200% na umidade do solo.

Para a área de Agricultura Convencional (Tabela 3), a amplitude de temperatura foi de 25,5 a 33,5 °C no período chuvoso e 26,0 a 51,0 °C no período seco com variância de 4,19 e 43,04%, respectivamente. No período seco as diferenças observadas foram significativas em relação ao chuvoso; a temperatura exibiu aumento médio de 6 °C, a porosidade total do solo de 0,35 a 0,42, a matéria orgânica de 36%, e o estoque de carbono do solo de 28%, ao contrário da umidade do solo que diminuiu 59%.

Na Caatinga preservada todos os taxa aumentaram no período seco, com destaque para os parasitas de plantas, com acréscimo de 20%, destacando-se o gênero *Helicotylenchus*, com um incremento de 43% na média. Na área de Caatinga em regeneração, os parasitas de plantas foi o táxon dominante, com aumento 80% do período chuvoso para o seco, destacando-se o gênero *Helicotylenchus* com aumento médio de 77%. Para a área de Agricultura Convencional Os parasitas de plantas foram dominantes nos dois períodos, com crescimento populacional de 66%, destacando-se o gênero *Helicotylenchus* com aumento médio de 68% (Tabela 4).

Vinte e cinco gêneros em um total de 71.056 espécimens de nematoides foram identificados nas três áreas nos dois períodos (Tabela 4). A maior quantidade de gêneros de nematoides de vida livre e parasitas de planta ocorreram na caatinga preservada e em regeneração, ambos no período chuvoso. No entanto, de maneira geral, a abundância total dos grupos tróficos foi significativamente maior no período seco. Em alguns casos, entretanto, a despeito do aumento da abundância, a dominância diminuiu. Por exemplo, na caatinga preservada, no período seco a abundância dos parasitas de planta aumentou de 7.305 para 9.072, mas a dominância diminuiu de 65,0% para 54,5%. Em outros casos, o aumento

da dominância não foi proporcional à abundância, a exemplo dos parasitas de planta na caatinga em regeneração que registraram aumento de abundância de 2.909 para 14.101 do período chuvoso para o seco, com acréscimo na dominância de 66,6% para 68,3% (Tabela 4).

Tabela 4. Abundância, média e dominância das Taxas de nematoides nas três diferentes áreas de manejo do solo em uma propriedade no município de Tabira-PE, Brasil.

Taxa	Período Chuvoso			Período Seco		
	A	Média	D (%)	A	Média	D (%)
Caatinga Preservada						
Bacteriófagos	3102	103,40A	27,6	4192	139,73A	25,2
<i>Acrobeles</i>	1449	48,28 A	12,9	3054	101,80 A	18,3
<i>Cephalobus</i>	157	5,22	1,4	0	0,00	0,0
<i>Diplogaster</i>	0	0,00	0,0	377	12,57	2,3
<i>Monhystera</i>	22	0,73	0,2	0	0,00	0,0
<i>Panagrolaimus</i>	495	16,48 A	4,4	357	11,90 A	2,1
<i>Prismatolaimus</i>	241	8,02 A	2,1	404	13,47 A	2,4
<i>Rhabditidae</i>	740	24,67	6,6	0	0,00	0,0
<i>Tylocephalus</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
Micófagos	211	7,03A	1,9	891	29,70A	5,3
<i>Aphelenchoides</i>	199	6,62A	1,8	300	10,00A	1,8
<i>Aphelenchus</i>	13	0,42	0,1	50	1,67	0,3
<i>Tylencholaimus</i>	0	0,00	0,0	541	18,03	3,2
Onívoros	460	15,33B	4,1	2079	69,30A	12,5
<i>Dorylaimus</i>	34	1,12	0,3	0	0,00	0,0
<i>Eudorylaimus</i>	129	4,28A	1,1	362	12,07A	2,2
<i>Labronema</i>	38	1,27	0,3	619	20,63	3,7
<i>Laimydorus</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
<i>Mesodorylaimus</i>	210	7,00B	1,9	1044	34,80A	6,3
<i>Prodorylaimus</i>	50	1,67	0,4	54	1,80	0,3
Predadores	162	5,38A	1,4	427	14,23A	2,6
<i>Mononchus</i>	53	1,77	0,5	427	14,23	2,6
<i>Seinura</i>	109	3,62	1,0	0	0,00	0,0
Vida-livre	3935	131,15	35,0	7589	252,97	45,5
Parasitas de planta	7305	243,48A	65,0	9072	302,40A	54,5
<i>Criconemoides</i>	1221	40,70B	10,9	1588	52,93A	9,5
<i>Helicotylenchus</i>	3904	130,12A	34,7	6784	226,13A	40,7
<i>Meloidogyne</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
<i>Monochidae</i>	111	3,70	1,0	0	0,00	0,0
<i>Mesocriconema</i>	903	30,08	8,0	0	0,00	0,0
<i>Pratylenchus</i>	119	3,95	1,1	26	0,87	0,2

<i>Psilenchus</i>	0	0,00	0,0	107	3,57	0,6
<i>Scutellonema</i>	204	6,78	1,8	0	0,00	0,0
<i>Tylenchorhynchus</i>	274	9,12A	2,4	400	13,33A	2,4
<i>Tylenchus</i>	540	18,00	4,8	143	4,77	0,9
<i>Xiphinema</i>	31	1,03	0,3	24	0,80	0,1
Total	11239			16661		

Caatinga em Regeneração

Bacteriófagos	860	28,67B	19,7	4569	152,30A	22,1
<i>Acrobeles</i>	250	8,32B	5,7	2754	91,80A	13,3
<i>Cephalobus</i>	16	0,53	0,4	140	4,67	0,7
<i>Diplogaster</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
<i>Monhystera</i>	8	0,27	0,2	21	0,70	0,1
<i>Panagrolaimus</i>	20	0,65	0,4	1377	45,90	6,7
<i>Prismatolaimus</i>	39	1,30	0,9	277	9,23	1,3
<i>Rhabditidae</i>	528	17,60	12,1	0	0,00	0,0
<i>Tylocephalus</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
Micófagos	310	10,33B	7,1	1422	47,40A	6,9
<i>Aphelenchoides</i>	90	3,00A	2,1	274	9,13A	1,3
<i>Aphelenchus</i>	220	7,33A	5,0	575	19,17A	2,8
<i>Tylencholaimus</i>	0	0,00	0,0	573	19,10	2,8
Onívoros	207	6,90A	4,7	497	16,57A	2,4
<i>Dorylaimus</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
<i>Eudorylaimus</i>	24	0,80	0,5	109	3,63	0,5
<i>Labronema</i>	29	0,97	0,7	0	0,00	0,0
<i>Laimydorus</i>	8	0,27	0,2	0	0,00	0,0
<i>Mesodorylaimus</i>	37	1,23	0,8	388	12,93	1,9
<i>Prodorylaimus</i>	109	3,63	2,5	0	0,00	0,0
Predadores	84	2,78	1,9	68	2,27	0,3
<i>Mononchus</i>	50	1,65	1,1	46	1,53	0,2
<i>Seinura</i>	34	1,13	0,8	22	0,73	0,1
Vida-livre	1461	48,68	33,4	6556	218,53	31,7
Parasitas de planta	2909	96,97B	66,6	14101	470,03A	68,3
<i>Criconemoides</i>	313	10,43A	7,2	1237	41,23A	6,0
<i>Helicotylenchus</i>	1740	58,00B	39,8	7889	262,97A	38,2
<i>Meloidogyne</i>	14	0,45	0,3	0	0,00	0,0
<i>Monochidae</i>	47	1,57	1,1	0	0,00	0,0
<i>Mesocriconema</i>	214	7,12	4,9	0	0,00	0,0
<i>Pratylenchus</i>	139	4,63	3,2	40	1,33	0,2
<i>Psilenchus</i>	0	0,00	0,0	532	17,73	2,6
<i>Scutellonema</i>	0	0,00	0,0	2391	79,70	11,6
<i>Tylenchorhynchus</i>	386	12,87A	8,8	1039	34,63A	5,0
<i>Tylenchus</i>	49	1,63A	1,1	973	32,43A	4,7
<i>Xiphinema</i>	8	0,27	0,2	0	0,00	0,0
Total	4370			20657		

Agricultura Convencional						
Bacteriófagos	2021	67,37B	35,2	2517	83,90A	20,3
<i>Acrobeles</i>	756	25,18B	13,2	1475	49,17A	11,9
<i>Cephalobus</i>	0	0,00	0,0	139	4,63	1,1
<i>Diplogaster</i>	0	0,00	0,0	27	0,90	0,2
<i>Monhystera</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
<i>Panagrolaimus</i>	155	5,15B	2,7	627	20,90A	5,1
<i>Prismatolaimus</i>	56	1,87A	1,0	207	6,90A	1,7
<i>Rhabditidae</i>	1055	35,17	18,4	0	0,00	0,0
<i>Tylocephalus</i>	0	0,00	0,0	42	1,40	0,3
Micófagos	272	9,05B	4,7	1105	36,83A	8,9
<i>Aphelenchoides</i>	272	9,05A	4,7	134	4,47A	1,1
<i>Aphelenchus</i>	0	0,00	0,0	349	11,63	2,8
<i>Tylencholaimus</i>	0	0,00	0,0	622	20,73	5,0
Onívoros	791	26,35A	13,8	790	26,33A	6,4
<i>Dorylaimus</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
<i>Eudorylaimus</i>	107	3,55A	1,9	398	13,27A	3,2
<i>Labronema</i>	229	7,63	4,0	0	0,00	0,0
<i>Laimydorus</i>	26	0,85	0,4	0	0,00	0,0
<i>Mesodorylaimus</i>	237	7,88A	4,1	392	13,07A	3,2
<i>Prodorylaimus</i>	193	6,43	3,4	0	0,00	0,0
Predadores	19	0,63	0,3	97	3,23	0,8
<i>Mononchus</i>	9	0,28	0,1	73	2,43	0,6
<i>Seinura</i>	10	0,32	0,2	24	0,80	0,2
Vida-livre	3101	103,37	54,0	4509	150,30	36,4
Parasitas de planta	2642	88,05B	46,0	7877	262,57A	63,6
<i>Criconemoides</i>	406	13,52A	7,1	1379	45,97A	11,1
<i>Helicotylenchus</i>	1612	53,72B	28,1	4992	166,40A	40,3
<i>Meloidogyne</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
<i>Monochidae</i>	108	3,60	1,9	0	0,00	0,0
<i>Mesocriconema</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
<i>Pratylenchus</i>	448	14,93A	7,8	292	9,73A	2,4
<i>Psilenchus</i>	0	0,00	0,0	101	3,37	0,8
<i>Scutellonema</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
<i>Tylenchorhynchus</i>	60	2,00A	1,0	488	16,27A	3,9
<i>Tylenchus</i>	9	0,28	0,1	625	20,83	5,0
<i>Xiphinema</i>	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
Total	5743			12386		

A: Abundância ou somatório de nematoides em 74 amostras por 300 cm³ de solo. Média: média dos nematoides por 300 cm³ de solo. D (%): dominância de cada grupo trófico e taxa expressa em porcentagem. Para análise estatística os dados foram transformados para log(x+1), sendo apresentado a média dos dados originais. Apenas os nematoides com D(>1) foram submetidos à análise estatística. Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre o período seco e chuvoso, pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Maior número de correlações entre as variáveis ambientais do solo e os taxa da comunidade de nematoides foi detectada no período chuvoso (Figura 4). Na caatinga preservada, o destaque foi a correlação negativa (-0,60) entre micófagos e a fração argila do solo no período chuvoso (Figura 4a).

Na caatinga em regeneração, o maior número de correlações ocorreu no período seco (Figura 5), destacando-se as fortes correlações negativas dos parasitas de planta com a temperatura (-0,74) e a condutividade elétrica do solo (-0,68); e as correlações positiva (0,53) e negativa (-0,54) dos bacteriófagos com a condutividade elétrica do solo e teor de silte, respectivamente. Entre os parasitas de planta, salienta-se a correlação negativa de *Helicotylenchus* com a temperatura do solo (-0,70).

Na área de agricultura convencional (Figura 6), o maior número de correlações ocorreu no período chuvoso, ressaltando-se as correlações positivas de *Helicotylenchus* com a matéria orgânica (0,54) e o estoque de carbono (0,52) do solo, como também, a correlação negativa de *Acrobeles* com a condutividade elétrica do solo (-0,54). No período seco, aponta-se as correlações, positiva e negativa, dos micofagos com a fração silte (0,54) e com a temperatura do solo (-0,52), respectivamente.

A análise de redundância referente ao período chuvoso (Figura 7a) indica que o primeiro e segundo eixos explicam significativamente 10,60 e 7,80 % da variação, respectivamente. Entre as propriedades do solo, apenas a condutividade elétrica ($P < 0,05$) e a área cultivada ($P < 0,01$) influenciaram, de forma negativa, os táxons parasitas de plantas e o bacteriófago *Acrobeles*. As variações ambientais do solo no período seco foram explicadas significativamente pelo primeiro (8,30%) e segundo (5,10%) eixo (Figura 7b). Apenas a condutividade elétrica e os teores de silte influenciaram de forma positiva ($P < 0,05$) e negativa ($P < 0,01$) os nematoides predadores. As demais variáveis do solo não apresentaram relação significativa com os taxa encontrados.

A composição taxonômica da comunidade de nematoides foi diferente para os três tipos de manejo no período chuvoso (Figura 8a), com dissimilaridade média geral de 0,43% ($P < 0,001$). Os taxa que mais contribuíram nas três áreas analisadas foram os parasitas de plantas, acentuando-se o gênero *Helicotylenchus* com percentuais de dissimilaridade entre área preservada e

cultivada de 43%; entre área preservada e em regeneração de 43%, e entre área cultivada e em regeneração de 46%.

No período seco (Figura 8b), a composição taxonômica da comunidade de nematoides apresentou diferença entre os tipos de manejo, resultando em dissimilaridade média geral de 39% ($P < 0,01$). Os parasitas de plantas foi o grupo que mais contribuiu nas três áreas analisadas, com percentuais para área preservada e Cultivada de 39%, preservada e em regeneração de 38%, e para área cultivada e em regeneração de 40%.

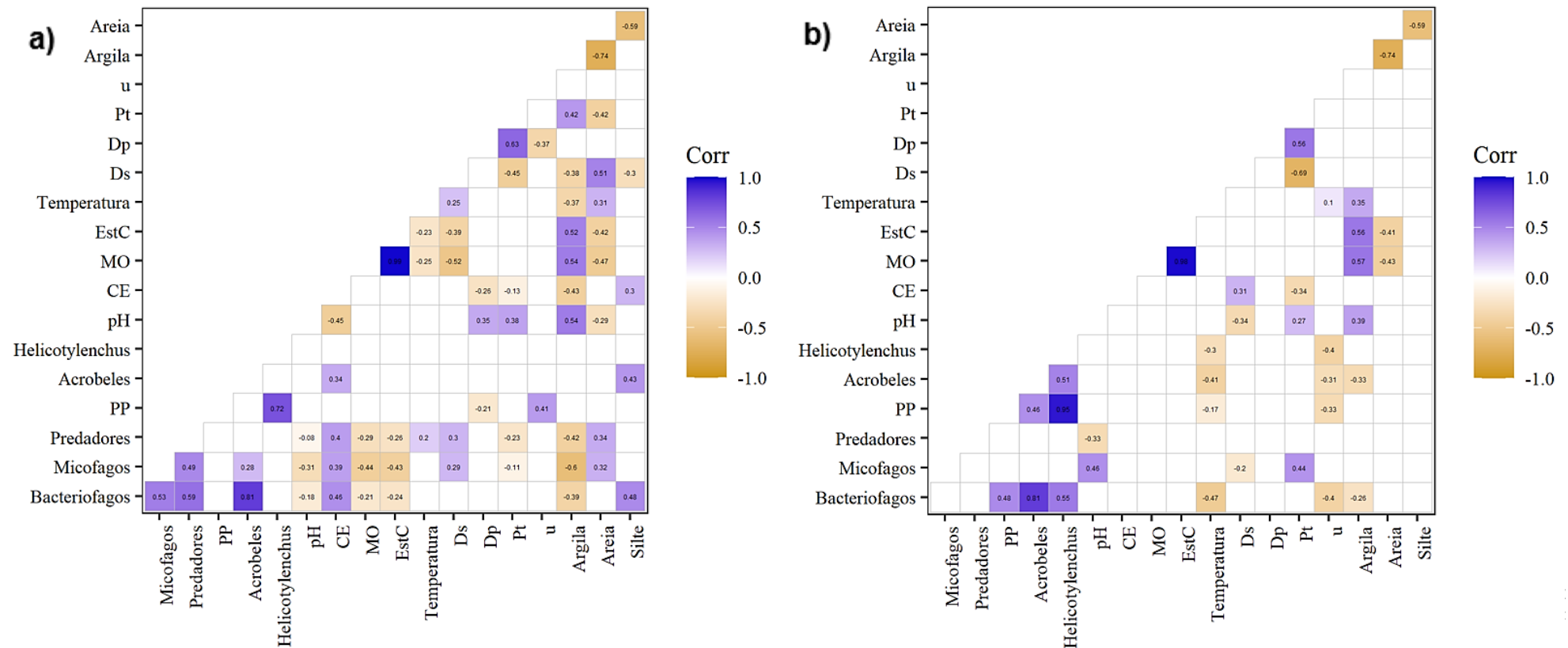


Figura 4. Correlação entre a nematofauna e as variáveis do solo em área de caatinga preservada no período chuvoso (a) e no período seco (b) no município de Tabira-PE.

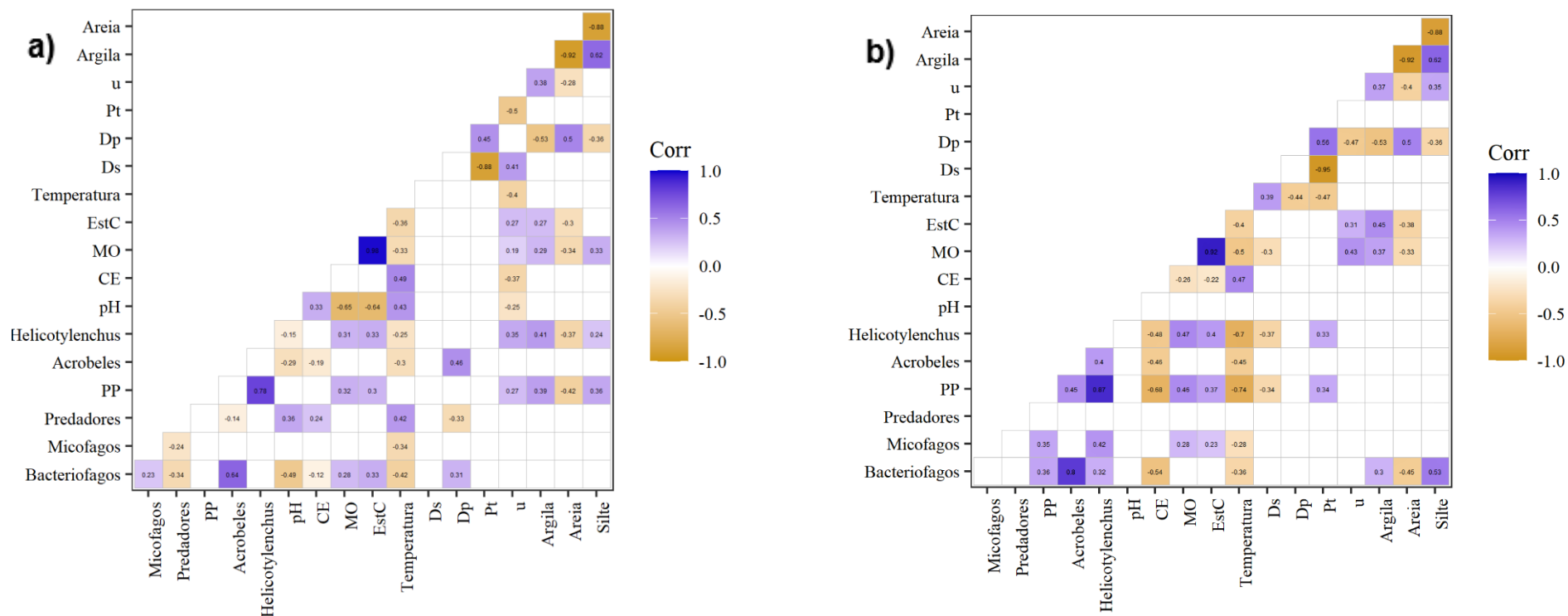


Figura 5. Correlação entre a nematofauna e as variáveis do solo em área de caatinga em regeneração no período chuvoso (a) e no período seco (b) no município de Tabira-PE.

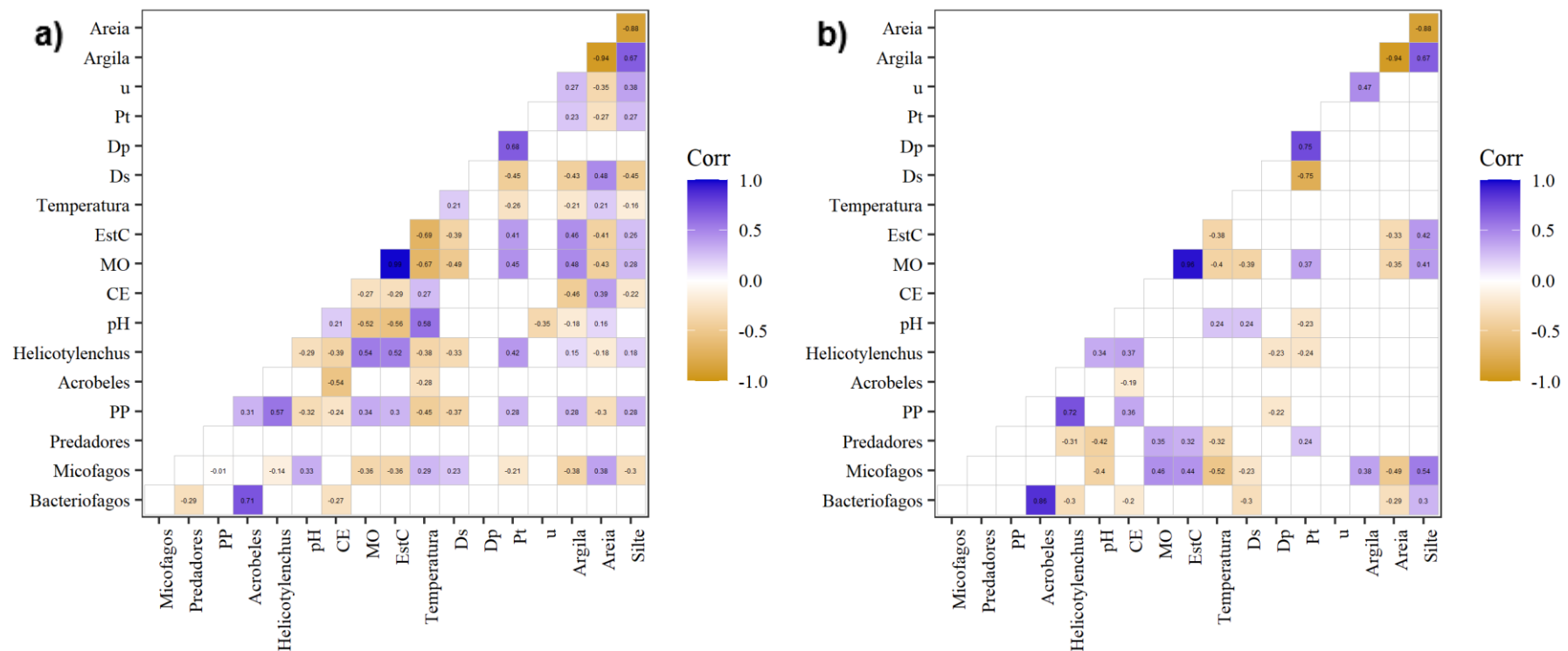


Figura 6. Correlação entre a nematofauna e as variáveis do solo em área de agricultura convencional no período chuvoso (a) e no período seco (b) no município de Tabira-PE.

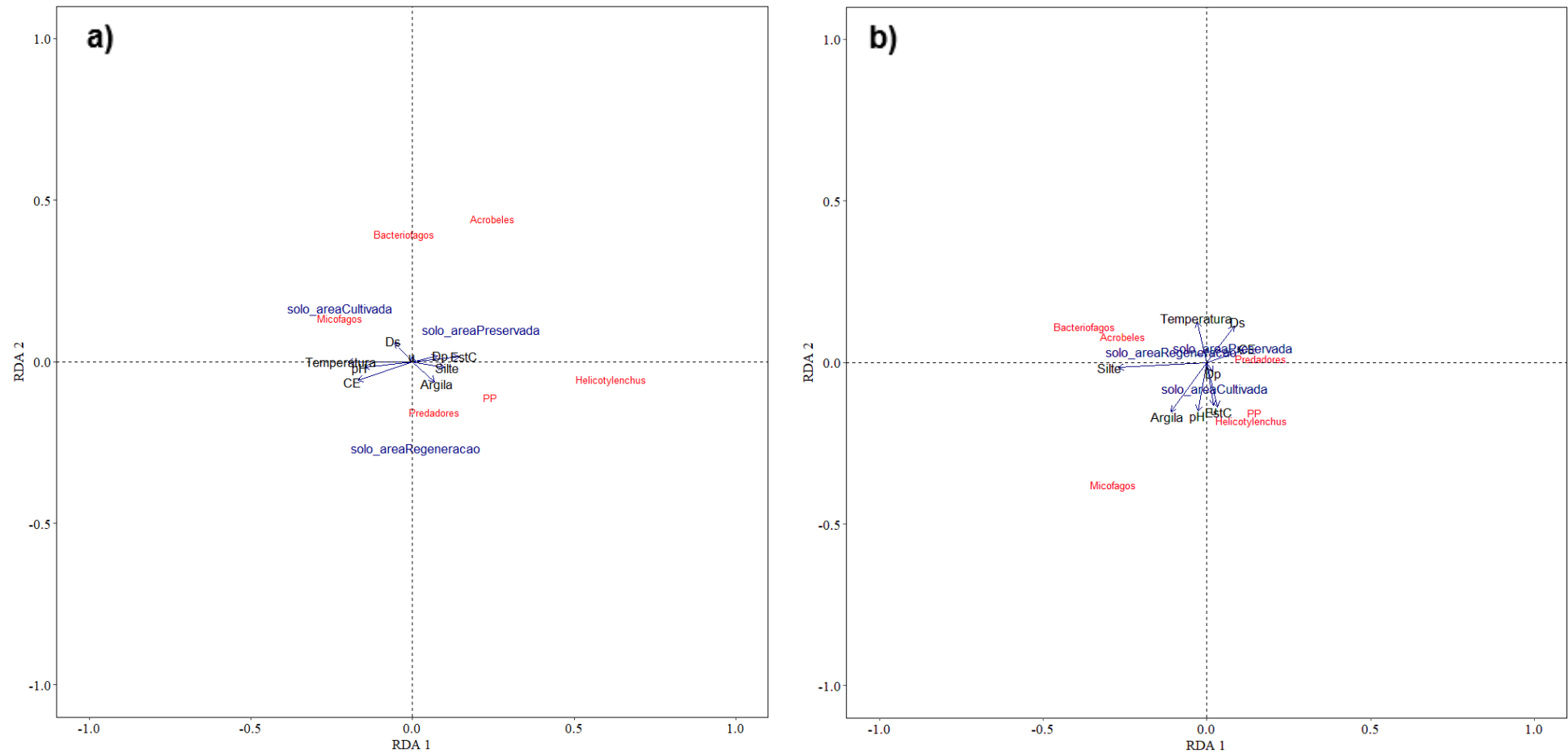


Figura 7. Análise de redundância (RDA) com base na relação entre os taxa de nematoides e as variáveis do solo de áreas preservada, cultivada e em regeneração no período chuvoso (a) e no período seco (b) no município de Tabira-PE. CE: condutividade elétrica, EstC: estoque de carbono orgânico, Ds: densidade do solo, Dp: densidade de partícula, Temp: temperatura do solo.

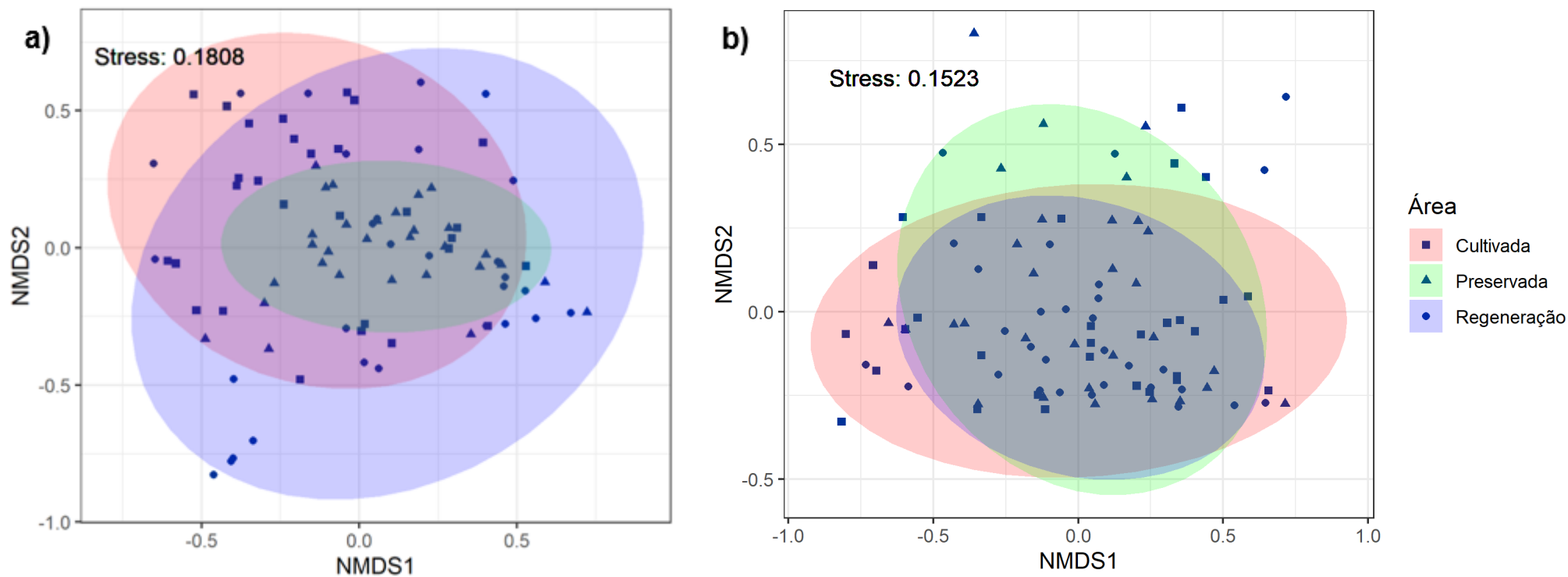


Figura 8. Ordenação de escala multidimensional não métrica (NMDS), baseada no índice de similaridade de Bray-Curtis, mostrando a composição taxonômica da comunidade de nematoides sob a influência de três áreas: vegetação nativa, área em regeneração e agricultura convencional para o período chuvoso (a) e período seco (b) em uma propriedade rural no município de Tabira-PE.

11.0. DISCUSSÃO

Temperatura elevada é uma característica própria do bioma Caatinga, contudo, os menores valores de temperatura do solo foram registrados em área com vegetação nativa e os maiores valores em área com agricultura convencional, nos dois períodos estudados. Além dos mecanismos de sobrevivência que desenvolveu para adaptar-se às altas temperaturas, a vegetação da caatinga desenvolveu mecanismos de sobrevivência em razão da pouca disponibilidade de água no solo. Entre esses mecanismos cita-se o cair das folhas, para evitar a perda excessiva de água e diminuir a ocorrência de processos fotossintéticos para que as plantas entrem em estágio de economia de energia, e a forma de crescimento das raízes que cobrem o solo para que seja possível armazenar água durante o período de chuva (Giulietti *et al.*, 2023).

No presente estudo, a despeito das três áreas apresentarem umidade média de entre 3,74 e 4,67 no período seco, a vegetação nativa registrou umidade máxima de 41,36%, confirmando que preservação da caatinga é fundamental, principalmente porque esse bioma é o berço de diversas nascentes que abastecem o sertão nordestino (Araújo Filho, 2014; IBGE, 2019).

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, solo da Caatinga o solo da Caatinga é definido como raso a profundo, rico em minérios, mas pobre em matéria orgânica, em razão das características do clima, da hidrografia e da vegetação da região (Santos *et al.*, 2018). Dessa forma, os leves aumentos da porosidade total observados no período seco, nas três áreas, devem estar associados ao aumento de matéria orgânica decorrente da queda das folhas no período seco (Giulietti *et al.*, 2023). Em uma área de agricultura convencional no semiárido, Falqueto *et al.* (2012) encontraram valores de porosidade total do solo de 0,46 para o período chuvoso e 0,48 para o período seco, na profundidade de 15 cm. Nesta profundidade, em diversas áreas de sistema agroflorestal, cerrado, cerradão e floresta nativa, Abadia da Silva *et al.* (2022) encontraram valores de 4,94 e 0,56 (m³ m³) no período seco e chuvoso, respectivamente. Almeida *et al.* (2021) encontraram valores de porosidade total do solo de 0,280 e 0,286 no período chuvoso seco em pastagem convencional.

A matéria orgânica do solo desempenha papel fundamental nas funções do solo, sendo considerada uma das principais características indicadoras da sua qualidade, por apresentar forte interrelação com quase todas as características físicas, químicas e biológicas do solo (Bullinger-Weber, 2014). A matéria orgânica se constitui, portanto, em um elemento importante como fonte de nutrientes e energia para muitos organismos, além de possibilitar benefícios, como melhor estruturação e capacidade de armazenamento de água (De-Polli; Pimentel, 2006). Rossi *et al.* (2012) registraram valores de matéria orgânica particulada de 10,66 g kg⁻¹ no Início do período seco e de 8,40 g kg⁻¹ no começo do período chuvoso, em uma área de serrado num sistema de consorcio soja e sorgo. Em uma Floresta Estacional Semidecidual Montana e dois plantios florestais, *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla*, na Bahia, os níveis de estoques carbono no período seco foram maiores que no período chuvoso com valores de 2,73 e 2,62 mg.ha⁻¹, respectivamente (Barbosa *et al.*, 2017).

Martins *et al.* (2010) relataram níveis mais elevados de estoque de carbono no solo em área moderadamente degradada na região semiárida, 17.974 mg.ha⁻¹ no período seco e 15.644 mg.ha⁻¹ no período chuvoso. Para a matéria orgânica do solo, Correia *et al.* (2015) encontraram valores de 0,10 kg.dm⁻³ no período seco e 0,08 kg.dm⁻³ no período chuvoso em área de pasto. Estudos em sistemas de manejo solo mostram que o estoque de carbono orgânico total na região de cerrado no Piauí, aumentou de 8,80 g kg⁻¹ no período chuvoso e 8,86 g kg⁻¹ no período Seco (Campos *et al.* 2013). Para a matéria orgânica do solo, os valores aumentaram de 6,53 g.kg⁻¹ nos meses próximos ao período chuvoso a 6,70 g.kg⁻¹ no auge do período seco em uma região do Mato Grosso do Sul (Borges; Martins, 2008).

O pH do solo corrobora Lima *et al.* (2011) que encontraram valores de 5,87 para o período chuvoso e 5,67 para o período seco em uma sistemas agroflorestais com seis anos de implantação no norte do Piauí. Por outro lado, os menores valores de estoque de carbono corroboram a redução dos níveis de carbono com o aumento do uso do solo (Kuwano *et al.*, 2014)

Além de desempenhar processos e funções chave nos ecossistemas terrestres, os nematóides são os animais multicelures mais abundantes do solo, compreendendo um grupo diverso e cosmopolita (Shao, 2023). Embora muitos causem doenças em plantas, os nematoides saprofíticos de vida livre do solo

expressam um papel relevante na saúde do ecossistema (Khanum *et al.*, 2022). No presente estudo, os parasitas de plantas foi o grupo mais abundante e *Helicotylenchus* o gênero dominante, em todas as áreas e períodos avaliados, corroborando os achados de Ramos *et al.* (2010) e Vicente *et al.* (2015), em áreas cultivadas e de caatinga degradada no semiárido de Pernambuco, e Mateille *et al.* (2016), em uma região do Marrocos sob diferentes regimes de chuva e gradientes de temperatura.

Por outro lado, apesar da nematofauna dos solos de duas áreas ripárias no Bioma da Caatinga apresentaram maiores abundância e diversidade no solo com vegetação nativa, quando comparado com o solo com histórico de uso agrícola, a maior dominância, nas duas áreas, foi dos bacteriófagos e parasitos de planta, com destaque para *Acrobeles* e *Tylenchorhynchus* (Melo, 2021). Além do exposto, em estudo envolvendo baixos teores de umidade e matéria orgânica no solo Pen-Mouratov, He e Steinberger (2004) demonstraram que altas temperaturas se tornam fatores limitantes para a atividade dos nematoides, sendo os bacteriófagos o grupo trófico mais resistente a essas condições, contrastando com os resultados do presente estudo.

No entanto, a maior abundância de nematoides parasitas de plantas pode estar ligada à quantidade de plantas herbácea e arbóreas que eleva a quantidade de raízes, aumentando o alimento para estes nematoides (Rodrigues, 2011). A presença de fungos micorrizas arbusculares no solo também pode favorecer a abundância de determinados gêneros de nematoides parasitas de planta, a exemplo de *Helicotylenchus*, e *Pratylenchus* (Ferreira *et al.*, 2018). A menor abundância de nematoides predadores nas três áreas avaliadas nos dois períodos de amostragem corroboram Vicente *et al.* (2015). Contudo, esses nematoides desempenham papel importante na regulação das populações de parasitos de planta (Khan e Kim, 2007).

O comportamento e ciclo de vida dos nematoides são influenciados diretamente por fatores como composição, estrutura e porosidade do solo (Gallardo *et al.*, 2015). Em geral, solos arenosos fornecem as melhores condições para nematoides terrestres (Fajardo; Aballay; Casanova, 2011). Características físicas do solo como densidade, estrutura, porosidade e distribuição de agregados podem ser modificadas pela remoção da cobertura vegetal ocasiona devido à aceleração da decomposição da matéria orgânica

(Portugal, 2010). Além do mais, a sustentabilidade de um sistema agrícola está baseada no aporte de material orgânico que nele permanece e é continuamente reciclado.

A abundância e diversidade dos nematoides é influenciada pelas condições climáticas associadas às propriedades do ecossistema, principalmente pelo teor de carbono orgânico do solo, embora a precipitação média anual em zonas tropicais seja mais importante na condução da diversidade alfa (diversidade de organismos dentro dos grupos), biomassa e abundância de nematoides (Shao *et al.*, 2023). Por outro lado, as características comuns de ecossistemas áridos e semiáridas têm impacto significativo nos nematoides do solo já que, em estudos realizados por Treonis *et al.* (2019), a matéria orgânica foi a única variável medida correlacionada à abundância de nematoides.

Múltiplos indicadores químicos, físicos e biológicos são usados para descrever e quantificar os aspectos da qualidade do solo, visto a forte interrelação entre eles (Kuwano *et al.*, 2014). Quist *et al.* (2019) demonstraram o impacto negativo causado pela textura argilosa do solo a gêneros de nematoides micofagos, devido ao diâmetro dos poros deste tipo de solo representar um obstáculo a alguns nematoides desse grupo em razão do tamanho de seu corpo. Em solo salinizado na caatinga, a condutividade elétrica correlacionou-se negativamente com os parasitas de planta e positivamente e positivamente com os bacteriófagos (Sá *et al.*, 2021a).

A correlação negativa entre a fração silte e os bacteriófagos corrobora a relação negativa da fração silte com os nematoides de vida livre relatada por Ansari *et al.* (2014) e Al-Ghamdi (2021). Outras correlações observadas no presente estudo já relatadas por outros pesquisadores são: a correlação negativa da temperatura com os parasitas de plantas e, em particular, *Helicotylenchus* (Matute, 2013), a correlação positiva entre a matéria orgânica e *Helicotylenchus* (Wang; Mcsorley; Gallaher, 2004), a correlação positiva entre o estoque de carbono do solo e *Helicotylenchus* (Silva *et al.*, 2021), a correlação negativa dos micófagos com a temperatura do solo e positiva com a fração silte do solo (Vicente *et al.*, 2015; Miranda *et al.*, 2012), e a correlação negativa entre a condutividade elétrica do solo e o bacteriófago *Acrobeles* (Pen-Mouratov *et al.*, 2011), embora, em outro estudo, a condutividade elétrica tenha demonstrado

fraca influência negativa na abundância e diversidade de nematoides (Wu *et al.*, 2015).

O sistema de manejo do solo é outro agente que rege a comunidade de nematoides. Em uma região desértica da China, os nematoides parasitas de plantas foram mais abundantes em sistemas com poucos nutrientes enquanto os bacteriófagos, como o gênero *Acrobeles*, foram mais presentes em sistemas com mais nutrientes (An *et al.*, 2021). Por outro lado, em cinco sistemas de manejo (mata nativa, pastagem, área sem cultivo (arada), área em reflorestamento com eucalipto e mata ciliar) no sertão de Pernambuco, os bacteriófagos constituíram o grupo trófico dominante, com destaque para o gênero *Acrobeles* e a família Rhabditidae (Batista, 2019).

Os efeitos da temporalidade na estrutura e função cadeia alimentar dos nematoides influenciaram as interações entre os nematoides e as variáveis do solo, como observado no presente estudo com as interações de nematoides e as variáveis do solo nas estações chuvosa e seca, corroborando Silva *et al.*, (2021). As interações foram diferentes principalmente porque a umidade do solo é considerada uma das variáveis ambientais que mais afeta a diversidade e a atividade metabólica dos nematoides, pois dependem dos filmes de água do solo para se mover e capturar seu alimento (Nielsen *et al.*, 2014).

As dissimilaridades encontradas nesse estudo corroboram Silva *et al.* (2020) em avaliação de diferentes tipos de uso da Caatinga, em que a dissimilaridade para as áreas foi superior a 50%, ressaltando a contribuição de parasitas de plantas, especialmente *Helicotylenchus*. Em outro estudo, a dissimilaridade média entre uma floresta tropical e uma plantação de chá foi de 79,8%, com maior contribuição para a dissimilaridade dos parasitas de plantas, especialmente *Helicotylenchus* (Karuri, 2021). Em monocultura de feijão numa região do Quênia a dissimilaridade foi de 68,7% com a maior influência de parasitas de planta, mas, diferentemente, o destaque foram os gêneros *Scutellonema* e *Meloidogyne* (Leiririo; Karuri; Nyaga, 2022). Não obstante, o gênero *Helicotylenchus* está entre os nematoides parasitas de plantas mais onipresentes em todo o mundo, sendo relatado associados a várias plantas cultivadas hortícolas, agronômicas, ornamentais, gramados e de habitats naturais (Uzma, 2015).

12.0. CONCLUSÕES

O comportamento bioindicador dos nematoides mostrou interações específicas entre alguns gêneros e variáveis específicas do solo, variando com o ecossistema; além disso, ocorreram interações generalistas. No entanto, tanto na estação chuvosa quanto na seca, a composição taxonômica da comunidade de nematoides apresentou diferença entre os tipos de manejo. Os parasitas de plantas foi o grupo que mais contribuiu nas três áreas analisadas, mostrando a capacidade bioindicadora dos nematoides para parâmetros de estresse que impactam qualidade do solo.

13.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADIA DA SILVA, G. et al. Aspectos dos atributos físicos e químicos do solo em ambientes naturais e áreas com sistema agroflorestal no sul do Amazonas. **Scientia Plena**, v. 18, n. 7, p. 1–12, 2022.

AL-GHAMDI, A. A. M. Relationship between Nematodes and some Soil Properties in the Rhizosphere of Banana Plants. **International Letters of Natural Sciences**, v. 82, p. 1–12, 2021.

ALMEIDA, D. F. et al. Indicadores Físicos Do Solo Em Sistema Silvopastoril No Ecótono Cerrado-Floresta Amazônica Maranhense. *Brazilian Journals of Development*, v. 7, n. 5, p. 43729–43734, 2021.

AN, F. et al. Soil nematode community composition, diversity, and soil properties in an age sequence of *Haloxylon ammodendron* plantations in an oasis-desert ecotone of northwestern China. **Arid Land Research and Management**, v. 35, n. 4, p. 463–482, 2 out. 2021.

ANA (Agência Nacional de Águas), 2023. Reservatórios do nordeste e semiárido. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/acudes-do-semiarido/acudes-do-semiarido-saiba-mais>. Acesso em 17 ago. 2023.

Andrade, C. W. L.; Montenegro, S. M. G. L.; Montenegro, A. A. A.; Lima, J. R. S.; Srinivasan, R.; Jones, C. A. Soil moisture and discharge modeling in a representative watershed in northeastern Brazil using SWAT. **Ecohydrology and Hydrobiology**, [s.l.], v. 19, n. 2, p. 238–51, 2019.

ANSARI, K. G. M. T. et al. Interaction of free-living marine nematodes in the artificial mangrove environment (southeast coast of India). **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 186, n. 1, p. 293–305, 2014.

BARBOSA, V. et al. Biomassa, Carbono e Nitrogênio na Serapilheira Acumulada de Florestas Plantadas e Nativa. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1–9, 2017.

Batista, M. G. C. **Nematofauna associada à vegetação nativa no Sertão de Pernambuco e implicações para o manejo agrícola**. 2019. Dissertação (Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. 79p.

BORGES, C. D.; MARTINS, D. Atributos Físicos E Teor De Matéria Orgânica Na Camada Superficial De Um Argissolo Vermelho. n. 3, p. 2435–2441, 2008.

Bullinger-Weber, G.; Le Bayon, R. C.; Thébault, A; Schiaepfer, R. Carbon storage and soil organic matter stabilisation in near-natural, restored and embanked Swiss floodplains. *Geoderma*, v. 228, p. 122– 131, 2014.

CAMPOS, L. P. et al. Estoques e frações de carbono orgânico em Latossolo Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 3, p. 304–312, mar. 2013.

CORREIA, K. G. et al. Atividade microbiana e matéria orgânica leve em áreas de caatinga de diferentes estágios sucessionais no semiárido Paraibano. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 196–202, 2015.

DA SILVA, J. V. C. DE L. et al. Land use, soil properties and climate variables influence the nematode communities in the Caatinga dry forest. **Applied Soil Ecology**, v. 150, n. June, p. 103474, 2020.

DE SÁ, C. S. B. et al. Salinization causes abrupt reduction in soil nematode abundance in the Caatinga area of the Submedio San Francisco Valley, Brazilian semiarid region. **Pedobiologia**, v. 85–86, n. March, p. 2017–2022, 2021a.

DE SÁ, C. S. B. et al. Salinization causes abrupt reduction in soil nematode abundance in the Caatinga area of the Submedio San Francisco Valley, Brazilian semiarid region. **Pedobiologia**, v. 85–86, n. March, p. 150729, maio 2021b.

DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M.S. Indicadores de Qualidade do Solo. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de (Ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. cap. 1.

du Preez, G., Daneel, M., Wepener, V.; Fourie, H. Beneficial nematodes as bioindicators of ecosystem health in irrigated soils. **Applied Soil Ecology**, 132(2018), 155-168, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

FALQUETO JORGE, R. et al. DISTRIBUIÇÃO DE POROS E DENSIDADE DE LATOSSOLOS SUBMETIDOS A DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO. **Original Article Biosci. J**, v. 28, n. 1968, p. 159–169, 2012.

FERREIRA, B. S. et al. Co-occurrence patterns between plant-parasitic nematodes and arbuscular mycorrhizal fungi are driven by environmental factors. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 265, n. September 2017, p. 54–61, 2018.

Giulietti, A.M., A.L. du Bocage Neta, A.A.J.F. Castro, C.F.L. Gamarra-Rojas, E.V.S.B. Sampaio, J.F. Virgínio, L.P. Queiroz, M.A. Figueiredo, M.J.N. Rodal, M.R.V. Barbosa & R.M. Harley. 2004. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga, p. 48-90. *In* J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M. Fonseca & L. Lins (eds.). Biodiversidade da Caatinga: Áreas e Ações Prioritárias Para a Conservação. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, Brasil.

GOOGLE EARTH website. <http://earth.google.com/>, 2022.

KARURI, H. Nematode community structure and functional guilds differ in tea fields and tropical forest. **Geoderma**, v. 392, n. February, p. 115006, 2021.

Khan, Z., Kim, Y.H. A review on the role of predatory soil nematodes in the biological control of plant parasitic nematodes. **Applied Soil Ecology**, v.35, p. 370-379, 2007.

Khanum, T. A.; Mehmood, N.; Khatoun, N. Nematodes as Biological Indicators of Soil Quality in the Agroecosystems. *In*: Bellé, C. ; Kaspary, T. E. **Nematodes - Recent Advances, Management and New Perspectives**, 1. ed. London: IntechOpen, 2022. v. 1. 232p.

Kouser, Y.; Shah, A. A.; Rasmann, S. The functional role and diversity of soil nematodes are stronger at high elevation in the lesser Himalayan Mountain ranges. **Ecol. Evol.** 11, 13793–13804, 2021.

KUWANO, B. H.; KNOB, A.; FAGOTTI, D. S. L. et al. Soil quality indicators in a Rhodic Kandudult under different uses in northern Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 38:50-59, 2014.

LEIRIRIO, J. L.; KARURI, H.; NYAGA, J. M. Nematode-based soil food web condition in mung bean under semi-arid conditions. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 10, n. November, 2022.

Lima, E.C.; Barbosa, F. E. L.; Guimarães, L.S. Recursos hídricos, barragens e tecnologias sociais. IV Fórum Brasileiro do Semiárido e Grupo de Pesquisa e Extensão do Semiárido/CNPq. Sobral: PROEX/UVA, 2020. 241p.

LIMA, S. et al. Chemical properties and carbon and nitrogen stocks in an acrisol under agroforestry system and slash and burn practices in northern Piauí state. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 51–60, 2011.

MARTINS, C. M. et al. Microbiological and chemical soil properties in deserting areas in the semiarid region of Pernambuco State, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 6, p. 1883–1890, 2010.

MATEILLE, T. et al. Aridity or low temperatures: What affects the diversity of plant-parasitic nematode communities in the Moroccan argan relic forest? **Applied Soil Ecology**, v. 101, p. 64–71, 2016.

MATUTE, M. M. Soil Nematodes of Brassica rapa: Influence of Temperature and pH. **Advances in Natural Science**, v. 6, n. 4, p. 20–26, 2013.

Melo, J. M. M. **Estrutura e distribuição da nematofauna do solo em áreas ribeirinhas da caatinga**. 2021. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. 2021. 178p.

MIRANDA, T. L. et al. Alterações físicas e biológicas em solo cultivado com cana-de-açúcar após colheita e aplicação de vinhaça. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** - Brazilian Journal of Agricultural Sciences, v. 7, n. 1, p. 150–158, 28 mar. 2012.

Moreira, F. M. S.; Siqueira, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2006. 626p.

MOREIRA, F.M.S. SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.

Murphy, S., Hathcock, C., Espinoza, T., Fresquez, P., Berryhill, J., et al. Comparative spatially explicit approach for testing effects of soil chemicals on terrestrial wildlife bioindicator demographics. **Environmental Pollution**, 316, 2023. 120541.

Nielsen, U.; Ayres, E.; Wall, D.; Li, G.; Bardgett, R.; Wu, T.; Garey, J. Global-scale patterns of assemblage structure of soil nematodes in relation to climate and ecosystem properties. **Global Ecology and Biogeography**, v. 23, p. 968-978, 2014.

PEN-MOURATOV, S. et al. Soil microbial activity and a free-living nematode community in the playa and in the sandy biological crust of the Negev Desert. **Biology and Fertility of Soils**, v. 47, n. 4, p. 363–375, 2011.

Pen-Mouratov, S.; Hu, C.; Hindin, E.; Steinberger, Y. Soil microbial activity and free-living nematode community in the playa and in the sandy biological crust of the Negev Desert. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 47, p. 363-375, 2011.

Perez-Marin, A. M.; Santos, A. P. S.; Ulloa, L. F.; Moreira, J. M.; Medeiros, A. M.; Lima, R. C. S.; Bezerra, H. A.; Bezerra, B. G.; Silva, L. L. **O Semiárido brasileiro: riquezas, diversidades e saberes**. 1. ed. Campina Grande, Paraíba: Instituto Nacional do Semiárido, 2013. 76p.

Portugal A. F.; Costa, O. D. V.; Costa, L. M. Propriedades químicas e físicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p. 575-585,2010

QUIST, C. W. et al. Spatial distribution of soil nematodes relates to soil organic matter and life strategy. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 136, n. April, p. 107542, set. 2019.

R CORE TEAM (2018) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org>.

RAMOS, Y. S. et al. Relações entre a nematofauna e atributos físico-químicos do solo em áreas degradadas por erosão laminar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 570–578, 2010.

RODRIGUES, C. S. Comunidades de nematoides associadas às principais fitofisionomias do cerrado do parque nacional de Brasília. 2011. 67f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - **Universidade de Brasília**, Brasília, 2011.

ROSSI, C. Q. et al. Labile fractions of organic matter in cropping system with straw of brachiaria and sorghum. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 43, n. 1, p. 38–46, 2012.

Shao, Y.; Wang, Z.; Liu, T.; Kardol, P.; Ma, C.; Hu, Y.; Cui, Y.; Zhao, C.; Zhang, W.; Guo, D.; Fu, S. Drivers of nematode diversity in forest soils across climatic zones. **Proceedings of the Royal Society B**, 2023, 2902023010720230107. <http://doi.org/10.1098/rspb.2023.0107>

SILVA, I. et al. ESTOQUE DE CARBONO, DENSIDADE, POROSIDADE E NEMATOFAUNA DO SOLO EM ÁREAS COM E SEM APLICAÇÃO DE VINHAÇA. **IRRIGA**, v. 1, n. 4, p. 765–773, 23 dez. 2021.

Silva, J. L. B.; Moura, G. B. A.; Silva, M. V.; Lopes, P. M. O.; Guedes, R. V. S.; Silva, Ê. F. F.; Ortiz, P. F. S.; Rodrigues, J. A. M. Changes in the water resources, soil use and spatial dynamics of Caatinga vegetation cover over semiarid region of the Brazilian Northeast. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, Amsterdam, v. 20, p. 100372, nov. 2020b.

Silva, J.; Ferris, H.; Cares, J.; Esteves, A. Effect of land use and seasonality on nematode faunal structure and ecosystem functions in the Caatinga dry forest. **European Journal of Soil Biology**, 103 (2021).

Silva, K. A.; Rodrigues, M. S.; Moreira, F. B. R.; Lira, A. L. F.; Lima, A. M. N.; Cavalcante, Í. H. L. Soil sampling optimization using spatial analysis in irrigated mango fields under brazilian semi-arid conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 42, n. 5, p. 1–18, 2020a.

Silva, L. P.; Xavier, A. P. C.; Silva, R. M.; Santos, C. A. G. Modeling land cover change based on an artificial neural network for a semiarid river basin in northeastern Brazil. **Global Ecology and Conservation**, Amsterdam, v. 21, [s.p.], mar. 2020d.

Silva, M.; Pandorfi, H.; Lopes, P. M. O.; Silva, J. L. B. Pilot monitoring of caatinga spatial-temporal dynamics through the action of agriculture and livestock in the brazilian semiarid. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, Amsterdam, v. 19, n. 4, [s.p.], 2020c.

TEIXEIRA, P. C. et al. Manual de métodos de análise de solos. 3. ed. Brasília: **Embrapa**, 2017.

Treonis, A. M., Sutton, K. A., Unangst, S. K., Wren, J. E., Dragan, E. S., McQueen, J. P. Soil organic matter determines the distribution and abundance of

nematodes on alluvial fans in Death Valley, California. **Ecosphere**, 10, 2019, e02659. doi:10.1002/ecs2.2659

Uzma, I.; Nasira, K.; Firoza, K.; Shahina, F. Review of the genus *Helicotylenchus* Steiner, 1945 (Nematoda: Hoplolaimidae) with updated diagnostic compendium. **Pakistan Journal of Nematology**, v.33, p.115-160, 2015.

VICENTE, T. F. DA S. et al. Community structure and spatial variability of soil nematodes in an alluvial soil in a semiarid region of Pernambuco state, Brazil. **Nematoda**, v. 2, n. 1, 2015.

WANG, K. H.; MCSORLEY, R.; GALLAHER, R. N. Relationship of soil management history and nutrient status to nematode community structure. **Nematropica**, v. 34, n. 1, p. 83–95, 2004.

WU, Y. P. et al. Biodiversity in saline and non-saline soils along the bohai sea coast, china. **Pedosphere**, v. 25, n. 2, p. 307–315, 2015.

CAPÍTULO 4

Conclusões Gerais

14.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos, forneceram informações relevantes sobre as comunidades de nematoides do solo e suas relações com as propriedades do solo e modelos de manejos para as áreas de caatinga em diferentes períodos e modelos de agricultura. Assim podemos resumir as considerações finais da seguinte forma:

1. A temperatura e umidade do solo têm efeito direto na estrutura e composição da comunidade de nematoides, especialmente na multiplicação os parasitas de plantas;
2. De forma geral a densidade do solo e a textura afetam as comunidades de nematoides;
3. Os parasitos de plantas representam o grupo de maior dominância em todos os manejos e períodos avaliados;
4. As variáveis ambientais do solo são influenciadas pelos diferentes tipos de manejo da caatinga;
5. Nos três tipos de manejo do solo da caatinga *Helicotylenchus* é o gênero de nematoides de maior dominância.
6. De forma geral, o processo de antropização reduz a abundância da nematofauna do solo em comparação com a vegetação nativa preservada, contudo a abundância tende a crescer mais rapidamente na área em regeneração.