



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



NATÁLIA HELENA MALTA SOARES

**UTILIZAÇÃO DE EXTRATOS AQUOSOS DE *Annona squamosa* E
Azadirachta indica NO MANEJO DE FITONEMATOIDES EM MUDAS
DE BANANEIRA**

**RIO LARGO
ESTADO DE ALAGOAS
2021**

NATÁLIA HELENA MALTA SOARES

**UTILIZAÇÃO DE EXTRATOS AQUOSOS DE *Annona squamosa* E
Azadirachta indica NO MANEJO DE FITONEMATOIDES EM MUDAS
DE BANANEIRA**

**Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado ao Campus
de Engenharias e Ciências
Agrárias como parte dos
requisitos para obtenção do
título de Engenheira
Agrônoma.**

**Orientadora: Professora Dra.
Maria de Fatima Silva Muniz**

**RIO LARGO
ESTADO DE ALAGOAS
2021**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

S676u Soares, Natália Helena Malta

Utilização de extratos aquosos de *Annona squamosa* E. no manejo de fitonematoides em mudas de bananeira / Natália Helena Malta Soares – 2021.

27 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2021.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima Silva Muniz

Inclui bibliografia

1. Nematoides. 2. Extratos aquosos. 3. Banana - cultura. I. Título.

CDU: 632.93

FOLHA DE APROVAÇÃO

NATÁLIA HELENA MALTA SOARES

UTILIZAÇÃO DE EXTRATOS AQUOSOS DE *Annona squamosa* E *Azadirachta indica* NO MANEJO DE FITONEMATÓIDES EM MUDAS DE BANANEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Agrárias como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Agrônoma e aprovado em 20 de janeiro de 2021.



Prof^a. Dr^a. Maria de Fatima Silva Muniz- Universidade Federal de Alagoas (Orientadora)

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Marcelo de Menezes Cruz – Universidade Federal de Alagoas



Prof^a. Dr^a. Edna Peixoto da Rocha Amorim – Universidade Federal de Alagoas

Aos meus pais José Vilivaldo Soares e Rita de Cassia Malta Soares; Às minhas irmãs Isanele Helena Malta Soares e Lysia Helena Malta Soares que me apoiaram durante a minha jornada universitária.

DEDICO

A todos que me ampararam e se fizeram importantes para o meu desenvolvimento profissional e acadêmico tanto quanto pessoal, tornando possível a efetivação desse sonho.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Alagoas pela oportunidade da realização do curso.

Ao Centro de Ciências Agrárias e todos os seus funcionários.

Aos mestrandos e doutorandos do Laboratório de Fitopatologia e Nematologia, que me ajudaram no meu conhecimento.

Ao Me Erasmo Ribeiro pela colaboração na realização desse trabalho.

À Prof. Dra. Maria de Fátima Silva Muniz pelas orientações e conselhos durante a minha vida acadêmica e pessoal.

À minha família que sempre me apoiou e acreditou em mim

Aos meus amigos de graduação João Paulo Fernandes, Elenilton Lessa, Pedro Henrique, Philipe Pontes, Larisse Araújo, Iana Ribeiro e Maria Luiza Passos, que tornaram a graduação uma jornada fácil e agradável.

Aos meus amigos da vida que me apoiaram e às vezes entendiam minha ausência: Larissa Ludovico, Nathalia Lisboa, Gabriel Fireman, Gabriel Victor, Thais Regueira, Leonardo Bruni, Marcy Conde, Natalia Monteiro e Pedro Peixoto.

I'mma keep running
'cause a winner don't quit
on themselves!

- BEYONCÉ

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. RESUMO | 9 |
| 2. ABSTRACT | 9 |
| 3. INTRODUÇÃO | 10 |
| 4. OBJETIVOS | 11 |
| 5. REVISÃO DE LITERATURA..... | 11 |
| 3.1 A cultura da banana: aspectos gerais..... | 11 |
| 3.2 Principais espécies de fitonematoides que infectam a bananeira..... | 11 |
| 3.2.1 O nematoide cavernícola (<i>Radopholus similis</i>)..... | 11 |
| 3.2.2 O nematoide das lesões radiculares (<i>Pratylenchus spp.</i>)..... | 12 |
| 3.2.3 O nematoide das galhas (<i>Meloidogyne spp.</i>) | 13 |
| 3.2.4 O nematoide espiralado (<i>Helicotylenchus multicinctus</i>) | 13 |
| 3.3 Manejo de fitonematoides na cultura da bananeira | 14 |
| 3.3.1 Uso de extratos vegetais no manejo de fitonematoides | 15 |
| 3.3.2 <i>Azadirachta indica</i> | 15 |
| 3.3.3 <i>Annona spp.</i>..... | 15 |
| 6. METODOLOGIA..... | 17 |
| 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 19 |
| 8. CONCLUSÕES..... | 23 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 24 |

1. RESUMO

Entre os problemas que afetam a cultura da bananeira, resultando em perda de produção, destaca-se a presença de nematoides. A dispersão desses patógenos se processa principalmente por meio do material propagativo. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da utilização de extratos de *Azadirachta indica* e de *Annona squamosa* no tratamento de mudas de bananeira naturalmente infectadas por fitonematoídeos, em condição de casa de vegetação. Foram testadas quatro dosagens dos dois extratos, além das testemunhas (Carbofurano e água) em um período de imersão das mudas de 60 minutos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x4) com oito repetições. A avaliação do experimento foi realizada três meses após a aplicação dos tratamentos, observando-se o percentual de brotação das mudas, a população de nematoides no solo, rizoma e raízes e o fator de reprodução. As análises de regressão representadas pelo modelo quadrático, mostraram que o aumento das concentrações dos extratos aquosos de nim e de pinha reduziram as populações finais dos nematoides quando comparadas à testemunha negativa (água).

Palavras-chave: *Musa* spp.; Controle alternativo; Nematoides; Extratos aquosos.

2. ABSTRACT

Among the constraints affecting banana crop and causing production losses are the plant-parasitic nematodes. The dispersion of these pathogens occurs mainly through the propagating material. The objective of the present work was to evaluate the effect of neem (*Azadirachta indica*) and sugar apple (*Annona squamosa*) aqueous leaf extracts in the treatment of banana plantlets naturally infected by phytonematodes, under greenhouse conditions. Four dosages of the two extracts were tested, in addition to the controls (Carbofuran and water); and immersion period of plantlets of 60 minutes. A completely randomized design in a factorial scheme (2x4) with eight replications was used. The experiment was evaluated three months after treatments were applied, observing the sprouting percentage of the seedlings, the nematode's population in the soil, rhizome and roots, and the reproduction factor. A reduction of the final population in the soil, root and rhizome and reproduction factor was observed in the plantlets treated with neem, and sugar apple extracts when compared to the negative control (water).

Key- words: *Musa*. spp.; Alternative control; Nematodes; Aqueous extracts.

3. INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa* spp.) é a segunda frutífera mais cultivada no Brasil, com aproximadamente 7,3 milhões de toneladas, entretanto, a produtividade média brasileira ainda é baixa, apenas 14,5 t/ha. No Brasil, a região Nordeste é a principal região produtora, encarregada de aproximadamente 36% da produção nacional. Em Alagoas, a bananicultura constitui-se em uma importante atividade agrícola, pelo papel social que exerce na fixação do homem no campo e na geração de emprego. Em 2020 Alagoas produziu 113.625 toneladas (AGRIANUAL, 2021).

A baixa produtividade da bananeira está relacionada a fatores como o sistema de cultivo e o ataque de fitopatógenos, dentre os quais, os nematoides. Dentre os fitonematoides que afetam a cultura destacam-se *Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne, *Pratylenchus coffeae* (Zimmerman) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb) Golden e *Meloidogyne* spp. Goeldi (BRIDGE; STARR, 2007).

No Estado de Alagoas, existem informações sobre as espécies de nematoides que ocorrem na bananeira. No levantamento das doenças da cultura realizado durante os anos de 2006 e 2007 por Andrade et al. (2009) as fitonematoses causadas por *R. similis*, *H. multicinctus* e *Pratylenchus* sp. foram detectadas em baixos índices de frequência. Entretanto, em estudo posterior, envolvendo 42 amostras de raízes e de solo, foram encontradas, respectivamente, as seguintes frequências: *Helicotylenchus* spp. (95% e 98%), *Meloidogyne* spp. (79% e 81%), *Pratylenchus* spp. (36% e 26%) e *Radopholus similis* (38% e 21%). Nas amostras de raízes, *Helicotylenchus* spp. apresentaram as maiores densidades médias por 50 g de raízes: 2.359, seguidos por *R. similis*: 1.359, *Meloidogyne* spp.: 810 e *Pratylenchus* spp.: 682 (LIMA et al., 2013).

Na família Annonaceae, extratos obtidos de espécies de *Annona* vêm sendo estudados visando a redução de populações de fitonematoides. Dang et al. (2011) testaram extrato metanólico de sementes de *A. squamosa* L. contra vários fitopatógenos, incluindo *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood, com resultados promissores. Dentre as substâncias isoladas, a squamocina G, da classe das acetogeninas de anonáceas mostrou potente atividade nematicida contra a referida espécie de nematoide.

Na cultura da bananeira são escassas as pesquisas envolvendo o uso de extratos vegetais no manejo de nematoides. A exemplo, podem-se citar os trabalhos de Bartholomew et al. (2014) no qual foram empregados extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e alho (*Allium sativum* L.) e Jesus et al. (2014) que testaram extrato de sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm), ambas as pesquisas visando o controle de *R. similis*, por meio da aplicação dos produtos via solo.

4. OBJETIVOS

Geral:

Avaliar o efeito de extratos vegetais no manejo de fitonematoides na cultura da bananeira.

Específicos:

Estudar o efeito da aplicação de extratos aquosos de folhas de nim e de pinha na redução da população de fitonematoides em mudas de bananeira naturalmente infectadas.

5. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura da banana: aspectos gerais

As bananeiras pertencem à classe das monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musaceae, subfamília Musoidea e gênero *Musa* (GASPAROTTO et al., 2006).

Devido a alta manutenção e diversas operações de manejo da cultura que não podem ser mecanizadas, a cultura da banana gera um grande número de empregos que envolve trabalho manual no Brasil, dentre elas a desfolha, desbrota, despilagem, retirada do coração, desbaste de pencas, ensacamento de cachos, colheita e manejo pós-colheita da fruta (SALOMÃO; SIQUEIRA, 2015).

No ano de 2020 a produção brasileira somou 6.745.764 ton, sendo que no estado de Alagoas foram produzidas 114.000 ton. Em relação à área colhida, o Brasil foi responsável por 464.511 ha, e Alagoas participou com 8.821 ha (AGRIANUAL 2021).

3.2 Principais espécies de fitonematoides que infectam a bananeira

A cultura da bananeira sofre o ataque de diversas espécies de fitonematoides, segundo Cordeiro; Matos; Kimati (2016). Porém, apenas *Radopholus similis*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Pratylenchus coffeae* e *Meloidogyne* spp. são tidas como de importância para a cultura.

3.2.1 O nematoide cavernícola (*Radopholus similis*)

Radopholus similis pertence à família Pratylenchidae, representa a espécie mais importante e encontra-se amplamente distribuído na maioria dos países tropicais e subtropicais produtores de banana (SANTOS; CARES, 2016).

O nematoide é um endoparasita migratório, se alimenta do córtex das raízes ocasionando a desintegração dos tecidos. Quando atacada as raízes necrosam e reduzem a capacidade de absorção de água e nutrientes prejudicando toda a planta, principalmente a sustentação, levando ao tombamento da mesma (COSTA, 2000). Os juvenis e fêmeas se alimentam do citoplasma e do núcleo das células corticais, sendo então os causadores dos danos nas raízes e rizomas das plantas (FERRAZ; BROWN, 2016).

Radopholus similis causa severos danos à bananeira, especialmente em solos arenosos. Nesses solos e quando associado a altas temperaturas, é provável que seja favorecida a rápida multiplicação do nematoide (FERRAZ; BROWN, 2016).

Seu principal meio de disseminação se dá pelo uso de material propagativo infectado. Porém o uso de implementos contaminados, o tráfego de trabalhadores e animais, o escoamento de águas de chuva em áreas de declives e a movimentação de solo infestado com a água de irrigação também favorecem a disseminação do nematoide (SANTOS; CARES, 2016).

Radopholus similis é considerado o mais importante pois é o que causa mais danos a cultura da banana no mundo (GOWEN et al., 2005). Os danos causados por esse nematoide podem levar a uma redução de mais 50 % no crescimento e rendimento da planta (QUÉNÉHERVÉ et al., 2006).

3.2.2 O nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.)

Cerca de oito espécies de *Pratylenchus* foram identificadas associadas a *Musa*. *P. coffeae* e *P. goodeyi* Sher & Allen são as mais disseminadas e prejudiciais à bananeira (BRIDGE; STARR 2007). Segundo Gasparotto; Pereira (2016), *P. coffeae* é a única espécie do gênero considerada problema para a cultura no Brasil.

Segundo Pereira (2006) *P. coffeae* é um endoparasito migrador que se alimenta e se multiplica do córtex das raízes e rizomas da bananeira. Todos os estádios de vida e ambos os sexos de *P. coffeae* e *P. goodeyi* invadem e se alimentam do citoplasma das células dos tecidos de raízes e rizomas onde os ovos são depositados.

Esse nematoide provoca sintomas similares aos ocasionados por *R. similis*. Assim, em plantas atacadas, lesões necróticas negras ou púrpuras no córtex das raízes e no rizoma e menor número de raízes são os sintomas comumente observados. Consequentemente, pode ocorrer o tombamento do pseudocaule, aumento do ciclo vegetativo, redução da produtividade do bananal, enfezamento da planta e diminuição do tamanho das folhas e do cacho, resultando em expressiva perda de produção (SANTOS; CARES, 2016).

3.2.3 O nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.)

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são os mais importantes do mundo, tendo em vista que eles possuem uma enorme gama de hospedeiro e que causam problemas econômicos em diversas plantações (FREITAS et al., 2001)

Segundo Costa (2000), as espécies mais importantes em todas as regiões do País onde se cultiva bananeiras são *M. arenaria* (Neal) Chitwood, *M. hapla* Chitwood, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. javanica* (Treub) Chitwood. Dentre essas espécies de *Meloidogyne*, relatadas em associação às raízes de bananeiras, em diferentes partes do mundo, apenas *M. incognita* e *M. javanica* são as de maior ocorrência e estão mais amplamente distribuídas, podendo ocorrer infestações pelas duas espécies concomitantemente (DIAS-ARIEIRA; MOLINA; COSTA, 2008). Conforme Cofcewicz et al. (2004), nas principais regiões produtoras de banana no Brasil, *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria* já foram detectadas em 61,7%, 32,2% e 4,3%, das amostras analisadas, respectivamente.

O sintoma característico do ataque por *Meloidogyne* spp. é o engrossamento localizado nas radículas e raízes, formando galhas. O desenvolvimento das galhas radiculares se dá pela hipertrofia e hiperplasia de células do parênquima vascular da raiz. As células hipertrofiadas multinucleadas funcionam como verdadeiros armazéns no suprimento alimentar dos nematoides sedentários (COSTA, 2000).

Em consequência do ataque de *Meloidogyne* spp., quando a infestação é severa, o sistema radicular apodrece facilmente e as plantas não absorvem água e nutrientes do solo de forma adequada, reduzindo o seu tempo de vida; crescem menos, mostrando-se amareladas, com menor produção e frutos pequenos (COSTA, 2000).

3.2.4 O nematoide espiralado (*Helicotylenchus multicinctus*)

O gênero *Helicotylenchus*, pertence ao grupo dos nematoides espiralados, família Hoplolaimidae. *Helicotylenchus multicinctus* encontra-se amplamente distribuído em plantios de banana no mundo e é considerado o nematoide mais abundante em número, depois de *R. similis* (GASPAROTTO; PEREIRA, 2016).

De comportamento endoparasita migratório, juvenis e adultos se alimentam de citoplasma no parênquima cortical das raízes de bananeira. Os sintomas do ataque por *H. multicinctus* consistem em pequenas lesões acastanhadas sob a forma de minipontuações superficiais, localizadas principalmente nas raízes mais grossas. Quando o ataque é muito severo as lesões podem coalescer, dando às raízes um aspecto necrosado, semelhante ao produzido pelo parasitismo por *R. similis* (COSTA, 2000).

Geralmente, *H. multicinctus*, ocorre associado ao *R. similis* em regiões nas quais as condições climáticas são consideradas ótimas para a produção da cultura. Em regiões onde *R. similis* é raro, *H. multicinctus* pode ocorrer em associação com *M. javanica* ou *M. incognita* (McSORLEY & PARRADO, 1986).

3.3 Manejo de fitonematoides na cultura da bananeira

Quando os nematoides já se encontram estabelecidos nos cultivos, torna-se indispensável a adoção de medidas de controle visando a redução da densidade populacional desses organismos. O alqueive (pousio) por um período mínimo de seis meses, por ocasião da renovação dos bananais e a rotação de culturas com plantas antagônicas como *Tagetes* spp. (cravo-de-defunto), são práticas que têm mostrado eficiência na redução de *R. similis*, *Pratylenchus* sp., *M. incognita* e *H. multicinctus* (COSTA; SANTOS, 2009). Esses autores citaram, ainda, que a destruição de restos culturais durante a renovação das plantações de bananeiras, o uso de matéria orgânica e aplicações de nematicidas são práticas que podem complementar o manejo das nematoses na cultura.

Em diversos sistemas de produção agrícola, espécies de *Crotalaria* e de guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp.) são recomendadas para o manejo de fitonematoides (WANG; SIPES; SCHMITT, 2002; FERRAZ et al., 2010). NAGANATHAN; ARUMUGAN; KULASEKARAN, 1988 verificaram que populações de *R. similis* e *P. coffeae* foram reduzidas nas raízes de bananeira quando o cultivo foi consorciado, por quatro meses, com *Tagetes* sp., *C. juncea* L., alfafa (*Medicago sativa* L.) ou coentro (*Coriandrum sativum* L.). Em outro estudo, CHITAMBA et al., (2013) observaram redução na densidade populacional de *R. similis* com a utilização de *C. juncea* em consórcio com bananeira.

Estudos recentes vêm demonstrando que a solarização de mudas de bananeira é uma técnica eficiente na redução da população de fitonematoides evitando assim a disseminação desse nematoide parasita para área isenta (WANG; HOOKS, 2009, ARAUJO et al., 2018). Araújo et al. (2018) constataram que houve redução da população final de *P. coffeae* quando o material propagativo, envolto em plástico transparente foi exposto a luz solar por 6 a 8 h.

Com relação à resistência genética, Santos et al. (2013) avaliando em condição de casa de vegetação a reação de clones de bananeira em relação a uma população de *R. similis*, observaram que os genótipos 4249-05, 0337-02, 0323-03 e 4279-06 comportaram-se como resistentes, demonstrando potencial para serem utilizados em programas de melhoramento. Em outro estudo, plantas transgênicas de bananeira aos fitonematoides *R. similis* e *H. multicinctus* foram testadas em condição de campo na África e apresentaram melhor rendimento, em relação com plantas às não-transgênicas (TRIPATHI et al., 2015).

3.3.1 Uso de extratos vegetais no manejo de fitonematoides

A busca pela diminuição do uso de produtos químicos está aumentando os estudos sobre a utilização de extratos vegetais tanto no Brasil quanto no mundo, envolvendo diversos patossistemas (GARDIANO et al., 2011; VAN DESSEL et al., 2011; MATEUS et al., 2014; KUHN et al., 2015; MARTINS; SANTOS, 2016; FONSECA et al., 2017). Dentre as espécies de plantas que vêm sendo estudadas como matérias-primas para o preparo de extratos, estão incluídas *Azadirachta indica* e *Annona* spp.

3.3.2 *Azadirachta indica*

De origem indiana e conhecida populamente como nim a *A. indica* tem sido muito utilizada em estudos de tratamento de raízes imersas nos extratos foliares do nim. Estudos já foram conduzidos em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), berinjela (*Solanum melongena* L.), repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.), pimenta (*Capsicum* spp.) e cenoura (*Daucus carota* L.) visando a redução de populações de *Meloidogyne* spp. e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, dentre outros fitonematoides (AKHTAR, 2000; JOHN; HEBSY, 2000; GARDIANO, 2006; BARBOSA et al., 2010; BALDIN et al., 2012; BORGES et al. 2013, ALMEIDA et al., 2016).

SINGH; PRASAD (2014) identificaram dentre os ingredientes ativos do nim, azadiractina, cuercetina, limonoides, nimbidina, ácido nimbídico e thionimone .

Na literatura são poucos os estudos realizados que envolveram o uso de extratos vegetais na cultura da banana. Kosma et al. (2011) testaram formulações à base de sementes de nim; Bartholomew et al. (2014) empregaram extratos de nim e de alho e Jesus et al. (2014) que avaliaram extrato de sisal. Porém, todos esses trabalhos visaram o controle de *R. similis*, por meio da aplicação dos produtos via solo, sendo escassos os estudos relacionados à aplicação de extratos botânicos no tratamento de fitonematoses em material propagativo.

3.3.3 *Annona* spp.

As anonáceas têm sido amplamente pesquisadas devido à detecção de diversas classes de substâncias com atividades químicas, farmacológicas, medicinais, inseticidas e acaricidas, principalmente no que diz respeito aos principais compostos bioativos que são as acetogeninas (LEBOEUF et al., 1982; LIMA; PIMENTA; BOAVENTURA, 2010; TRINDADE et al., 2011; MACIEL et al., 2015). Espécies de *Annona* também vêm sendo estudadas visando a redução de populações de fitonematoides.

Dang et al. (2011) testaram extrato metanólico de sementes de *A. squamosa* contra vários fitopatógenos, incluindo *M. incognita* com resultados positivos. Dentre as substâncias isoladas, a squamocina G, da classe das acetogeninas de anonáceas mostrou potente atividade nematicida contra a referida espécie de nematoide. Em outro estudo foi realizada uma investigação sobre a atividade nematicida *in vitro* do extrato hidroalcolico e de suas frações (diclorometano, acetato de etila, metanol e água) de *A. crassiflora* Mart. sobre o nematoide de vida livre *Caenorhabditis elegans* Maupas. Os resultados indicaram que o extrato e suas frações de *A. crassiflora* possuem uma potente atividade nematicida contra o nematoide (MACHADO et al., 2015). As acetogeninas presentes exclusivamente na família Annonaceae são substâncias naturalmente bioativas, caracterizadas por apresentar ação citotóxica, antitumoral, inseticida, vermífida, antimicrobiana, imunossupressora e antimalárica (BERMEJO et al., 2005; LIMA et al., 2012). O modo de ação das acetogeninas com propriedades inseticidas é devido a esses compostos bioativos atuarem na inibição do complexo proteico nicotinamida adenina dinucleotídeo - NADH-ubiquinona oxido-redutase, impedindo o transporte de elétrons no complexo I mitocondrial, causando a morte do inseto (ALALI et al., 1999). Com relação a *C. elegans* foi testada a asimicina, acetogenina obtida da espécie *Asimina triloba* L. (Annonaceae) que demonstrou uma ação citotóxica contra o referido nematoide (VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007). No entanto, não foi encontrado na literatura o modo de ação das acetogeninas das anonáceas sobre fitonematoides.

6. METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido em laboratório e casa de vegetação, localizados no Centro de Ciências Agrárias - CECA/UFAL (09° 05'16"S, 35°49'43"W:127m) em Rio Largo/ AL, no período de dezembro/2017 a maio/2018. As mudas do tipo chifre de bananeira cv. Comprida foram obtidas em Alagoas, em área com histórico de ocorrência de fitonematoides.

A população inicial (Pi) dos nematoides foi estimada pela técnica de Coolen & D'Herde (1972), em alíquotas de 10 g de rizoma por cada muda que foram separadas por tratamento ao acaso. A estimativa populacional por amostra foi realizada em duas alíquotas de 1 mL em lâmina de Peters, sob microscópio de luz com objetivas invertidas, adotando-se o valor médio. A identificação dos nematoides em nível de gênero foi realizada conforme as descrições de Ferraz (2016). Após a determinação da população inicial de nematoides, foi realizado a produção dos extratos vegetais.

O material vegetal (folhas de nim e de pinha) foi coletado no CECA/UFAL e os extratos aquosos foram produzidos de acordo com o método de Ferris; Zheng (1999). Neste método as folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa, com circulação de ar, por 24 horas, a uma temperatura de 60° C. Após a secagem, foram trituradas em moinho de facas elétrico para a obtenção de um pó fino, identificadas e armazenadas em recipientes escuros, hermeticamente fechados. Posteriormente foi misturado para cada grama do material vegetal 10 mL de água destilada. Os extratos foram acondicionados em copos béquer, cobertos com papel alumínio e mantidos em repouso por 24 horas em temperatura ambiente. Após este período foi efetuada a filtragem dos extratos em tecido tipo voil, para posterior utilização.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com 10 tratamentos, constituídos por dois extratos vegetais e quatro concentrações (0,5, 1,0, 1,5, e 2%), além de água (testemunha negativa) e o nematicida Carbofurano (Furadan® 350 SC) a 400 mL do produto comercial/100 L de água (testemunha positiva), em oito repetições, sendo cada uma, constituída por uma muda, as quais foram imersas por um período de 60 minutos em cada tratamento, sendo posteriormente plantadas em vasos com 8 L de capacidade contendo solo esterilizado em estufa (100 °C/24 h) (Figura 1).



Fonte: SOARES,2018

Figura 1. Vista do experimento em casa de vegetação. CECA/UFAL, 2018.

Três meses após a aplicação dos tratamentos foram avaliados o percentual de brotação das mudas e a população de nematoides no solo, rizomas e raízes. Os nematoides foram extraídos de 100 cm³ de solo e de 10 g de cada tecido vegetal, por meio dos métodos de Jenkins (1964) e Coolen; D'Herde (1972), respectivamente. Após a extração, os nematoides foram mortos e fixados em formaldeído a 4% aquecido. A identificação e quantificação dos nematoides foi realizada em lâmina de Peters, conforme citado anteriormente. O cálculo do fator de reprodução [FR = população final (raiz+rizoma+solo)/população inicial] foi realizado conforme Oostenbrink (1966). Os dados obtidos foram analisados estatisticamente (análise de variância e de regressão).

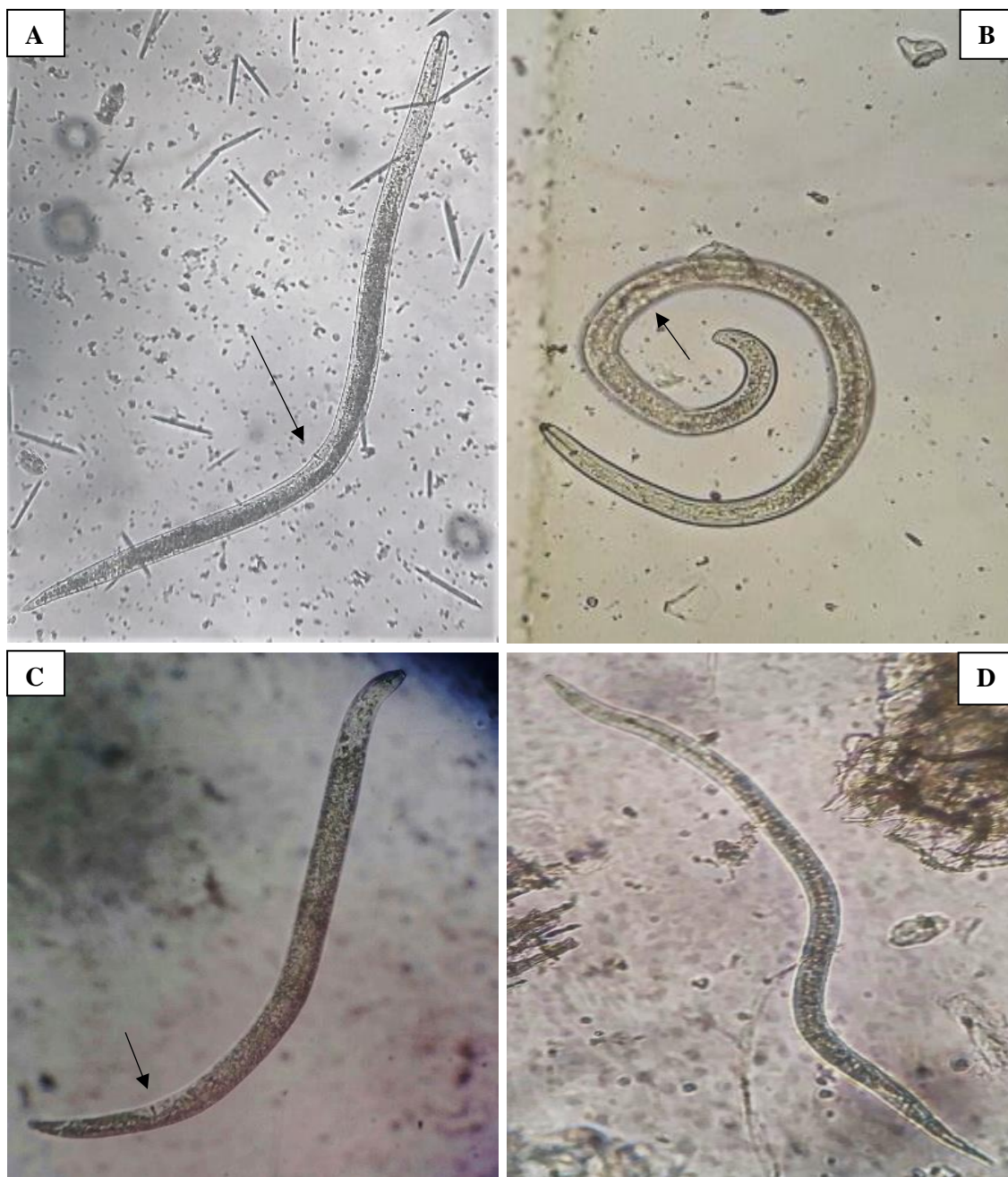
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A estimativa da população inicial (Pi) média de nematoides entre os tratamentos mostrou a presença de uma população mista constituída por *Radopholus similis* (4,29%), *Helicotylenchus* sp. (19,19%), *Meloidogyne* sp. (2,52%) e *Pratylenchus* sp. (73,37%) (Figura 2). Não houve diferença estatística na determinação da população inicial (Pi) (Tabela 1), evidenciando a uniformidade das populações de nematoides nos tratamentos. A percentagem de brotação das mudas foi de 100%.

Tabela 1. População inicial de fitonematoides em 10g de rizoma nos diferentes tratamentos.

| Tratamento | PIT |
|--------------------|------------|
| Água | 110 a |
| Nematicida | 93 a |
| T1 (Nim - 0,5 %) | 116 a |
| T2 (Nim - 1,0 %) | 103 a |
| T3 (Nim - 1,5 %) | 99 a |
| T4 (Nim - 2,0 %) | 94 a |
| T5 (Pinha - 0,5 %) | 121 a |
| T6 (Pinha - 1,0 %) | 103 a |
| T7 (Pinha - 1,5 %) | 123 a |
| T8 (Pinha - 2,0 %) | 124 a |
| CV (%) | 15,02 |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. PIT = população inicial total de fitonematoides. T1 = Nim (0,5 %); T2 = Nim (1,0 %); T3 = Nim (1,5 %); T4 = Nim (2,0%); T5 = Pinha (0,5 %); T6 = Pinha (1,0 %); T7 = Pinha (1,5 %); T8 = Pinha (2,0 %). CV (%) = Coeficiente de variação.



Fonte: SOARES,2018

Figura 2. Fêmeas dos fitonematoides. A – *Radopholus similis*; B- *Helicotylenchus* sp.; C – *Pratylenchus* sp.; D – juvenil de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne* sp. A seta indica a posição da vulva.

Verificou-se significância na análise de regressão efetuada com o modelo quadrático para as variáveis avaliadas, observando-se que o aumento das concentrações dos extratos aquosos de nim e de pinha afetaram de forma negativa a população dos nematoides, especialmente o extrato de pinha, que apresentou uma densidade populacional próxima à observada para o nematicida químico Carbofurano (Figura 3). Resultados semelhantes foram observados por Kosma et al. (2011) e Bartholomew et al. (2014) que constataram redução das populações de *R. similis* em raízes de bananeiras com a utilização de extrato de nim aplicado via solo. De acordo com Ferraz et al. (2010) o efeito dos extratos de nim contra nematoides, provavelmente, é devido à presença de várias substâncias químicas, a exemplo, a azadiractina. Rehman et al. (2009) sugerem que o referido composto tem ação anti-alimentar, inibindo a capacidade do nematoide de penetrar nas plantas.

Os resultados obtidos no presente trabalho com relação à atividade nematicida de extrato de *A. squamosa* estão em consonância com aqueles obtidos por Dang et al. (2011), em estudos realizados *in vitro*, segundo os quais, o extrato metanólico de sementes da referida espécie de Anonácea foi efetivo contra os fitonematoides *Bursaphelenchus xylophilus* e *M. incognita*.

Apesar da redução das populações dos nematoides observada no presente trabalho, novos estudos precisam ser conduzidos para avaliar outras formas e número de aplicações dos extratos vegetais, e/ou períodos de avaliação. Vale ressaltar que não foram encontrados na literatura, resultados envolvendo o uso de extrato de nim ou de anonáceas no tratamento de material propagativo naturalmente infectado por nematoides.

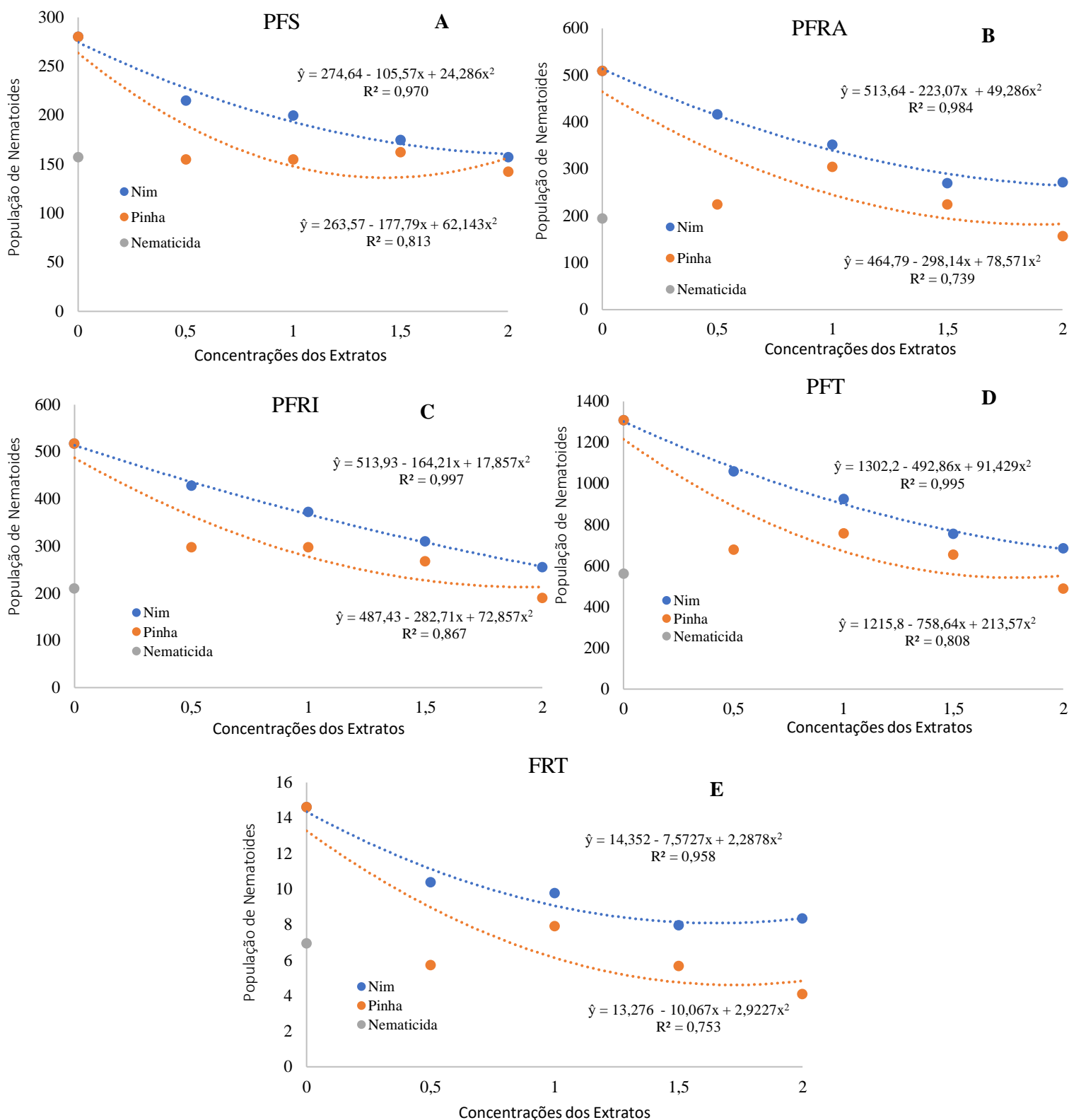


Figura 3. Densidade populacional de nematoide e fator de reprodução em mudas de banana cv. Comprida sobre diferentes concentrações de extrato de nim e pinha. A) PFS - população final no solo; B) PFRA - população final na raiz, C) PFRI - população final no rizoma, D) PFT - população final total, E) FR - Fator de reprodução.

8. CONCLUSÕES

Extratos aquosos de folhas de *Azadirachta indica* (Nim) e de *Annona squamosa* (Pinha), em diferentes concentrações, reduziram as populações de fitonematoides em mudas de bananeira cv. Comprida em condição de casa de vegetação.

O extrato aquoso de folhas de pinha mostrou-se mais efetivo que o extrato de nim na redução das populações dos nematoides.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL Online. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Informações em Agronegócios, 2021.
- AKHTAR, M. Nematocidal potential of the neem tree *Azadirachta indica* (A. Juss.). **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, p.57-66, 2000.
- ALALI, F.Q. et al. Two bioactive mono-tetrahydrofuran acetogenins, annoglacins A and B, from *Annona glabra*. **Phytochemistry**, v. 50, p 815-821, 1999.
- ALMEIDA, F. A. et al. Toxicity of plant extracts to *Meloidogyne incognita* in tomato plants. **International Journal of Current Research**, v. 8, p. 38476-38481, 2016.
- ANDRADE, F. W. R. et al. Ocorrência de doenças em bananeiras no Estado de Alagoas. **Summa Phytopathologica**, v.35, p.305-309, 2009.
- ARAUJO, J. J. S. et al. *Bacillus subtilis* no tratamento de mudas de bananeira infectadas por fitonematoides. **Revista Ceres**, v. 65, n. 1, p. 99-103, 2018.
- BALDIN, E. L. L. et al. Uso de extratos vegetais, manipueira e nematicida no controle do nematoide das galhas em cenoura. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 1, p. 36-41, 2012.
- BARBOSA, L. F. et al. Uso de produtos alternativos no controle de nematoides na cultura do inhame (*Dioscorea* sp.). **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, p. 241-247, 2010.
- BARTHOLOMEW, E. S. et al. Control of root-burrowing nematode (*Radopholus similis*) in banana using extracts of *Azadirachata indica* and *Allium sativum*. **Journal of Organic Systems**, v. 9, n. 2, p. 49-55, 2014.
- BORGES, F. G. et al. Manejo alternativo de nematoides de galha (*Meloidogyne incognita*) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), Scientia Agraria Paranaensis, v.12, p. 425-433, 2013.
- BREMEJO, A. et al. Acetogenins from Annonaceae: Recent process in isolation, synthesis and mechanisms of action. **Natural Product Reports**, v. 22, p. 269-303, 2005.
- BRIDGE, J.; STARR, J. L. Tree, plantations, and cash crops. In: BRIDGE, J.; STARR, J.L. **Plant nematodes of agricultural importance**. Boston: Academic Press, 2007. p. 97-134.
- CARNEIRO, R. M. D. G. et al. Gênero *Meloidogyne*: diagnose através de eletroforese das isoenzimas e marcadores SCAR. In: OLIVEIRA, C. M. G.; SANTOS, M.A.; CASTRO, L. H. S. (Eds). **Diagnose de Fitonematóides**. Campinas, SP: Millennium Editora Ltda, 2016. p. 47-70.
- COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agricultural Research Centre, 1972. 77p.
- CORDEIRO, M. J. Z.; MATOS, A. P; KIMATI, H. Doenças da Bananeira. In: KIMATI, H. et al. (Eds). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2016. p.99-117.
- COSTA, D. C.; SANTOS, J. R. P. Occurrence, damage and management of plant parasitic nematodes on bananas in Brazil. In: II International Congress of Tropical Nematology. 2009. Maceió: ONTA: SBN, 2009. 1 CD-ROM.
- COSTA, D. C. Doenças causadas por nematóides. In: Cordeiro, Z.J.M. (Org.). **Banana – Fitossanidade**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 66-77. (Frutas do Brasil; 8).
- COFCEWICZ, E.T. et al. Reação de cultivares de bananeira a diferentes espécies de nematóides das galhas. **Nematologia Brasileira**, v.28, p.11-22, 2004.
- CHITAMBA, J. et al. Current banana smallholder farmers farming practices and knowledge on plant-parasitic nematodes associated with banana (*Musa* spp.) in Rusitu Valley, Zimbabwe. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.1120-1125, 2013.

- DANG, Q. L. et al. Nematicidal and antifungal activities of annonaceous acetogenins from *Annona squamosa* against various plant pathogens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 11160-11167, 2011.
- DIAS-ARIEIRA, C. R.; MOLINA, R. O.; COSTA, A.T. Nematoides causadores de doenças em frutíferas. Artigo de Revisão Temática – Review. **Agro@mbiente On-line**, v. 2, p. 46-56, 2008.
- FERRAZ, S. et al. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. 306p.
- FERRAZ, L. C. C. B. Chave ilustrada de identificação dos principais gêneros de fitonematoides no Brasil baseada em caracteres das fêmeas. In: OLIVEIRA, C. M. G.; SANTOS, M. A.; CASTRO, L. H. S. **Diagnose de fitonematoides**. Campinas, SP: Millenium Editora, 2016. p.237-253.
- FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. **Nematologia em plantas: fundamentos e importância**. Manaus: Norma Editora, 2016. 251p.
- FERRIS, H.; ZHENG, L. Plant sources of chinese herbal remedies: effects on *Pratylenchus vulnus* and *Meloidogyne javanica*. **Journal of Nematology**, v. 31, n. 3, p. 241-263, 1999.
- FONSECA, W. L. et al. Bioactivity of aqueous extracts of *Anadenanthera macrocarpa* to *Meloidogyne incognita* in cotton crops. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n.2, p. 156-161, 2017
- FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. **Introdução à Nematologia**. Viçosa: UFV, 2001. 90p.: il. (Cadernos didáticos, 58).
- GARDIANO, C. G. et al. Efeito de extratos aquosos de espécies vegetais sobre a multiplicação de *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, p. 553-556, 2011.
- GARDIANO, C. G. **A atividade nematicida de extratos aquosos e tinturas vegetais sobre *Meloidogyne javanica***. 2006. 88f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2006.
- GASPAROTTO, L. et al. **Sigatoka-negra da bananeira**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2006. 177p.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R. **Manual de identificação de doenças e pragas da cultura da bananeira**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2016, 110p.
- GOWEN, S. R.; QUÉNÉHERVÉ, P.; FOGAIN, R. Nematode parasites of banana and plantains. In: LUC, M.; SIKORA, R. A; BRIDGE J. (eds.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**, 2nd edition. Wallingford: CAB International, 2005.p 611-643.
- JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v.48, p.992. 1964.
- JESUS, F. N. et al. Control of the banana burrowing nematode using sisal extract. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, n. 2, p. 783-791, 2014.
- JOHN, A.; HEBSY, B. Bare-root dip of brinjal seedlings in phytochemicals for the management of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). **Journal of Tropical Agriculture**, v. 38, p. 69-72, 2000.
- KOSMA, P. et al. Assessment of nematicidal properties and phytochemical screening of neem seed formulations using *Radopholus similis*, parasitic nematode of plantain in Cameroon. **Crop Protection**, v.30, p.733-738, 2011.
- KUHN, P. R. et al. Extratos aquosos de plantas daninhas, aromáticas e oleaginosas no controle de *Meloidogyne incognita*. **Nematropica**, v. 45, p. 150, 2015.
- LEBOUEF M. et al. The phytochemistry of the *Annonaceae*. **Phytochemistry**, v. 21, p. 2783-2813, 1982.
- LIMA, L.A.R.S. et al. Avaliação da atividade citotóxica das sementes de *Annona carnifolia* A.St- Hil. (Annonaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. V.14, n.4, p.629-634, 2012.
- LIMA, R. S. et al. Frequencies and population densities of the major phytonematodes associated with banana in the state of Alagoas, Brazil. **Nematropica**, v.43, p.186-193, 2013.

- LIMA, L. A. R. S.; PIMENTA, L. P. S.; BOAVENTURA, M. A. D. Acetogenins from *Annona cornifolia* and their antioxidant capacity. **Food Chemistry**, v.122, n. 4, p.1129-38, 2010.
- MACHADO, A.R.T. et al. Nematicidal activity of *Annona crassiflora* leaf extract on *Caenorhabditis elegans*. **Parasites Vectors**, v. 8, p. 113, 2015.
- MACIEL, A. G. S. et al. Effect of *Annona muricata* L. (Annonaceae) seed extracts on *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 4370-4375, 2015.
- MARTINS, M. C. B.; SANTOS, C. D. G. Ação de extratos de plantas medicinais sobre juvenis de *Meloidogyne incognita* raça 2. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 135-142, 2016.
- MATEUS, M. A. F. et al. Extratos aquosos de plantas medicinais no controle de *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 730-736, 2014.
- McSORLEY, R.; PARRADO, J. L. *Helicotylenchus multicinctus* on bananas: an international problem. *Nematropica*, v. 16, p. 73-91, 1986.
- NAGANATHAN, T. G. ARUMUGAN, M.; KULASEKARAN, S.V. Effect of antagonistic crops as intercrops on the control of banana nematodes. **South Indian Horticulture**, v.36, p268-269, 1988.
- OOSTENBRINK, M. **Major characteristics of the relation between nematodes and plants**. Wageningen: Mededelingen Landbouwhoge School, 1966. 46p.
- PEREIRA, A. M. **Identificação e manejo de nematoides da Bananeira no Leste do Estado do Paraná**. 2006. 104p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná. Paraná.
- QUÉNÉHERVÉ, P. et al. Status of weeds as reservoirs of plant parasitic nematodes in banana fields in Martinique. **Crop Protection**, v. 25, p. 860-867, 2006.
- REHMA, A. U. et al. Protective and curative effect of bioproducts against the invasion and development of root-knot nematode in tomato. **Pakistan Journal of Phytopathology**, v.21, p. 37-40, 2009.
- SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. **Cultivo da bananeira**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. 109 p.
- SANTOS, J. R. P. et al. Selection of *Musa* genotypes for resistance to *Radopholus similis* Cobb. **Nematropica**, v. 43, p. 1-8, 2013.
- SANTOS, J. R. P.; CARES, J. E. Gênero *Radopholus*. In: OLIVEIRA, C. M. G.; SANTOS, M. A.; CASTRO, L. H. S. C. (Org.). **Diagnose de Fitonematoides**. Campinas, SP: Millennium Editora, 2016, p. 181- 203.
- SINGH, A. U.; PRASAD, D. Management of plant-parasitic nematodes by the use of botanicals. **Journal of Plant Physiology & Pathology**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2014.
- TRINDADE, R. C. P. et al. Larvicidal activity and seasonal variation of *Annona muricata* (Annonaceae) extract on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Revista Colombiana de Entomologia, Bogotá**, v. 37, n. 2, p. 223-227, 2011.
- TRIPATHI, L. et al. Field resistance of transgenic plantain to nematodes has potential for future African food security. **Scientific Reports**, v. 5, p.1-10, 2015.
- VAN DESSEL, P. et al. *In vitro* nematicidal effect of endophytic *Fusarium oxysporum* against *Radopholus similis*, *Pratylenchus goodeyi* and *Helicotylenchus multicinctus*. **Nematropica**, v. 41, n. 2, p. 154-160, 2011.
- VIEIRA, P. C.; MAFEZOLI, J.; BIAVATTI, M. W. Inseticidas de origem vegetal. In: FERREIRA, J. T. B.; CORRÊA A. G.; VIEIRA, P. C. **Produtos naturais no controle de insetos**. 2. Ed. São Paulo; EdUFScar, 2007. P.69-103.
- WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. Crotalaria as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, v. 32, n. 1, p .35-57, 2002.

WANG, K.-H.; HOOKS, C. R. R. Plant-parasitic nematodes and their associated natural enemies within banana (*Musa* spp.) plantings in Hawaii. **Nematropica**, v. 39, p.57-73, 2009.