

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

WINY GALACHO BALDAN

**DINÂMICA DOS NEMATOIDES-DAS-GALHAS:
AVALIAÇÃO BIBLIOMÉTRICA E IMPACTO
POPULACIONAL NA CULTURA DO MAMOEIRO**

São Mateus – ES

Novembro/2021

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**DINÂMICA DOS NEMATOIDES-DAS-GALHAS:
AVALIAÇÃO BIBLIOMÉTRICA E IMPACTO
POPULACIONAL NA CULTURA DO MAMOEIRO**

WINY GALACHO BALDAN

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para a obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barreto da Silva

São Mateus – ES

Novembro/2021

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

B175d Baldan, Winy Galacho, 1995-
Dinâmica dos nematoides-das-galhas: avaliação bibliométrica e impacto populacional na cultura do mamoeiro / Winy Galacho Baldan. - 2021.
42 f. : il.

Orientador: Marcelo Barreto da Silva.
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Nematoda. I. Silva, Marcelo Barreto da. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 63

WINY GALACHO BALDAN

**DINÂMICA DOS NEMATOIDES-DAS-GALHAS: AVALIAÇÃO
BIBLIOMÉTRICA E IMPACTO POPULACIONAL NA CULTURA DO
MAMOEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Aprovada em 08 de novembro de 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcelo Barreto da Silva
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Andreia Barcelos Passos Lima Gontij

Prof^a. Dr^a. Andreia Barcelos Passos
Lima Contijo
Universidade Federal do Espírito Santo

Rosana

Prof^a. Dr^a. Rosana Samborga
Universidade Federal do Espírito Santo

Samborga



“E os que confiam no Senhor recebem sempre novas forças. Voam nas alturas como águias, correm e não perdem as forças, andam e não se cansam.”

Isaias 40:31

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida que me concedeste. A Ele toda honra e toda glória, por ter me sustentado e me guardado até o fim de mais um ciclo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Barreto da Silva, por todo apoio, todos os ensinamentos e pela confiança em mim depositada.

Agradeço à equipe do laboratório de análises fitopatológicas da UFES, em especial ao Helder Pandolfi, por todos os ensinamentos e apoio durante esse trabalho.

À Prof. Andreia e a Eng. Agrônoma Lana e toda equipe do laboratório de genética e biologia molecular.

Agradeço a UFES (Ceunes), ao PPGAT e à FACEV pelo suporte para a execução do projeto.

Ao meu esposo, Lucas Pignaton, que foi meu braço direito durante essa caminhada, e à toda sua família que me acolheu como filha.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram e foram fundamentais para a execução desse projeto. Minha eterna gratidão a Paula Abiko, José Neto, Dannielle Real e Letícia Carvalho.

Ao pós-doutor Ismael L. Freitas pelo suporte e empenho em me ajudar nessa reta final.

Aos amigos que o mestrado me presenteou, Débora Moro e Alex Silva, obrigada!

Um agradecimento especial à minha família que sempre foi meu porto seguro, tudo que eu sou devo à minha mãe Sandra, meu pai Enilton e minha irmã Lais, amo vocês.

Aos meus padrinhos João e Marinete, que desde a graduação foram tão presentes e me apoiaram tanto, e toda a minha família.

E o último e não menos importante, um agradecimento especial à minha Avó Vitória Galacho (*in memoriam*) que acompanhou o início dessa luta e me dava forças para continuar, sei que hoje a senhora estaria orgulhosa de onde sua neta chegou.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO GERAL	6
2. OBJETIVO GERAL	7
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
CAPÍTULO 1	8
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA FITONEMATOLOGIA VOLTADA PARA O GÊNERO <i>Meloidogyne</i> NOS ÚLTIMOS 10 ANOS	8
RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAL E MÉTODOS	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4. CONCLUSÃO	19
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
CAPÍTULO 2	22
IMPACTO POPULACIONAL DE <i>Meloidogyne</i> spp. SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO CONSORCIADO COM O CAFEIEIRO	22
RESUMO	22
ABSTRACT	23
1. INTRODUÇÃO	24
2. MATERIAL E MÉTODOS	26
3. RESULTADOS	28
4. DISCUSSÃO	35
5. CONCLUSÃO	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

RESUMO GERAL

BALDAN, Winy Galacho; Universidade Federal do Espírito Santo; novembro de 2021; **Dinâmica dos nematoides-das-galhas: avaliação bibliométrica e impacto populacional na cultura do mamoeiro**; Orientador: Marcelo Barreto da Silva.

Fitonematoides, particularmente o gênero *Meloidogyne* spp., conhecido como nematoides-das-galhas-radiculares, impactam significativamente a agricultura mundial, provocando perdas econômicas. O gênero *Meloidogyne* engloba mais de 100 espécies, atingindo uma ampla gama de hospedeiros, dentre elas, o mamoeiro (*Carica papaya* Linn). O mamoeiro é uma frutífera de relevância comercial devido ao seu valor nutricional e medicinal. Em situações, no qual, a densidade populacional dos fitonematoides estejam altas, podem causar danos em cerca de 20% em cultivos de mamoeiros no Nordeste do Brasil. A dissertação contém dois capítulos, o primeiro intitulado “Análise bibliométrica da fitonematologia voltada para o gênero *Meloidogyne* nos últimos 10 anos” com objetivo de avaliar todas as métricas globais de estudos nematológicos realizados na última década. O segundo capítulo foi intitulado “Impacto populacional de *Meloidogyne* spp. sobre a cultura do mamoeiro consorciado com o cafeeiro”. Este estudo foi direcionado ao levantamento populacional de *Meloidogyne* spp. em cultivo de mamoeiro cv. Aliança no sul da Bahia e avaliar os potenciais impactos à cultura. Portanto, existem lacunas nos estudos sobre o gênero *Meloidogyne*, especialmente em relação à cultura do mamoeiro e as lavouras infestadas por este patógeno podem enfrentar significativos danos econômicos.

Palavras-chave: *Carica papaya*, Danos, *Meloidogyne* spp.

ABSTRACT

BALDAN, Winy Galacho; Federal University of Espirito Santo; November 2021; **Dynamics of root-knot nematodes: bibliometric evaluation and population impact on papaya cultivation**; Advisor: Marcelo Barreto da Silva.

Plant-parasitic nematodes, particularly the genus *Meloidogyne* spp., known as root-knot nematodes, significantly impact global agriculture, causing economic losses. The genus *Meloidogyne* comprises over 100 species, affecting a wide range of hosts, including the papaya tree (*Carica papaya* Linn.). The papaya tree is a fruit-bearing plant of commercial importance due to its nutritional and medicinal value. In situations where the population density of the plant-parasitic nematodes is high, they can cause damage to approximately 20% of papaya cultivations in Northeast Brazil. The dissertation contains two chapters; the first titled "Bibliometric analysis of phytonematology focused on the *Meloidogyne* genus in the last 10 years" aims to assess all global metrics of nematological studies conducted in the past decade. The second chapter is titled "Population impact of *Meloidogyne* spp. on papaya cultivation intercropped with coffee plants." This study was directed at surveying the population of *Meloidogyne* spp. in papaya cultivation cv. Alliance in southern Bahia and assessing the potential impacts on the crop. Therefore, there are gaps in studies on the *Meloidogyne* genus, especially concerning papaya cultivation. Crops infested by this pathogen face significant economic damages.

Keywords: *Carica papaya*, Yield losses, *Meloidogyne* spp.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os fitonematoides, em particular o gênero *Meloidogyne* spp., conhecidos como nematoides-das-galhas-radiculares, têm causado impactos significativos na agricultura mundial. Eles são responsáveis por perdas econômicas que ultrapassam os 80 bilhões de dólares anualmente (FERRAZ; BROWN, 2016). Dentre as espécies desse gênero que afetam diversas culturas agrônômicas, as mais prevalentes no Brasil são: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. exigua*, *M. paranaensis* e *M. enterolobii* (CARNEIRO et al., 2016).

O Espírito Santo, principal produtor brasileiro de mamão, com uma produção anual de 354.405 toneladas em 2018, enfrenta desafios com esses nematoides (EMBRAPA, 2018). O mamoeiro (*Carica papaya* Linn.) não é apenas uma cultura economicamente significativa, mas também tem importância nutricional e medicinal. Além de ser fonte de vitaminas, seus frutos imaturos fornecem látex utilizado em diversas indústrias, incluindo a farmacêutica e a têxtil (SUDHAKAR, 2014; NESAL e ASHOK, 2019). Contudo, o nematoide das galhas, em particular *M. incognita*, tem potencial para causar danos significativos, como a redução no número e no peso dos frutos, comprometendo a produção (RITZINGER, 2000).

Avaliar e compreender esses impactos é crucial, e para isso, os estudos bibliométricos surgem como uma ferramenta vital. Eles nos permitem entender e avaliar a produtividade e qualidade das pesquisas no campo, bem como identificar padrões nas citações científicas (FILLIPO et al., 2008). Além disso, esclarecer os danos causados pelos fitonematoides ajuda a determinar estratégias mais eficazes de manejo, impulsiona o desenvolvimento de cultivares resistentes e incentiva a pesquisa de novos nematicidas.

2. OBJETIVO GERAL

Análise bibliométrica da fitonematologia e levantamento populacional do gênero *Meloidogyne* na cultura do mamoeiro cv. Aliança consorciada com o cafeeiro conilon.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma análise bibliométrica para identificar os estudos, tendências e lacunas na pesquisa relacionada ao gênero *Meloidogyne* nos últimos dez anos;
- Detectar a presença, densidade populacional e impacto dos nematoides-das-galhas na produtividade da cultura do mamoeiro;
- Utilizar a eletroforese de isoenzimas para identificar as espécies do gênero *Meloidogyne* encontradas no campo.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNEIRO, R. M. D. G. et al. Gênero *Meloidogyne*: diagnose através de eletroforese de isoenzimas e marcadores SCAR. *Diagnose de fitonematoides*, p. 47-72, 2016.

DE FILIPPO, D.; MORILLO, F.; FERNÁNDEZ, M. T. Indicadores de colaboración científica del CSIC con Latinoamérica en bases de datos internacionales. **Revista**

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. *Nematologia de plantas: fundamentos e importância*. Manaus: Norma Editora, v. 1, p. 251, 2016.

RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, J. S. Mamão fitossanidade. In: *FRUTAS DO BRASIL*, 11, 2000, Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 2000. CD-ROM.

SUDHAKAR, NATARAJAN (2014). Potential medicinal properties of *Carica Papaya* Linn. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6 (2), 1-4

NESAL A. Patel and ASHOK D. Patel. 2019. Management of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) Using Different Bio-Agents in Papaya Nursery. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 8(08): 1934-1940. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.808.227>

CAPÍTULO 1

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA FITONEMATOLOGIA VOLTADA PARA O GÊNERO *Meloidogyne* NOS ÚLTIMOS 10 ANOS

RESUMO

Os fitonematoides estão presentes em todo território brasileiro, e são responsáveis pela redução de produção e valor comercial de diversos produtos agrícolas. O mamoeiro é cultivado praticamente em todo território brasileiro, principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste. Os maiores produtores são o Espírito Santo e a Bahia. Nesse sentido, perdas econômicas na cultura do mamoeiro foram atribuídas a fitonematoides. Além dos danos significativos na produtividade, eles também causam perdas na qualidade do produto. A Pesquisa bibliométrica foi utilizada como uma metodologia afim de obter indicadores de avaliação da produção científica. Diante disso, o objetivo do trabalho foi coletar as informações sobre o cenário científico da fitonematologia com foco no gênero *Meloidogyne*. A base de dados utilizada nesta pesquisa bibliométrica foi a *Web of Science*, os termos utilizados foram “nematode” e “meloidogyne” limitando a pesquisa nos últimos 10 anos (2012-2022), e as conexões entre os dados bibliográficos foram realizadas através do software *VOSviewer*. A pesquisa resultou em 7101 artigos (excluindo autocitações) da coleção principal da *Web of Science*. Outra pesquisa foi realizada, esta foi voltada para *Meloidogyne* e mamoeiro, visando mostrar a evolução dos estudos nematológicos aprofundados na cultura. Contudo, o foco das pesquisas nos últimos dez anos não foi o controle de *Meloidogyne* e as pesquisas na cultura do mamoeiro são escassas, evidenciando a necessidade de mais estudos com esse patossistema.

Palavras-chave: Nematóide-das-galhas, Levantamento, *Carica papaya* L.

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF PHYTONEMATOLGY FOCUSED ON THE *Meloidogyne* GENUS IN THE LAST 10 YEARS

ABSTRACT

Phytonematodes are present throughout Brazil and are responsible for reducing the production and commercial value of various agricultural products. Papaya trees are cultivated almost everywhere in Brazil, especially in the Southeast and Northeast regions. The main producers are Espírito Santo and Bahia. In this context, economic losses in papaya cultivation have been attributed to phytonematodes. In addition to significant damage to productivity, they also cause losses in product quality. Bibliometric research was used as a methodology to obtain indicators for evaluating scientific production. Therefore, the aim of the study was to gather information on the scientific scenario of phytonematology focusing on the *Meloidogyne* genus. The database used in this bibliometric research was Web of Science, and the terms used were "nematode" and "meloidogyne", limiting the search to the last 10 years (2012-2022). Connections between bibliographic data were made using the VOSviewer software. The search resulted in 7,101 articles (excluding self-citations) from the main Web of Science collection. Another search was conducted, focusing on *Meloidogyne* and papaya, aiming to show the evolution of in-depth nematological studies in this crop. However, the focus of research over the last ten years has not been on controlling *Meloidogyne*, and studies on papaya cultivation are scarce, highlighting the need for more studies on this pathosystem.

Keywords: Root-knot nematode, Sampling, *Carica papaya* L.

1. INTRODUÇÃO

Os fitonematoides são encontrados amplamente disseminados pelo Brasil, e são apontados como os responsáveis na redução de produção e valor comercial de diversos produtos agrícolas, dentre eles as frutíferas. Na literatura, até o ano de 2002 foram descritos 26 gêneros e 70 espécies de nematoides parasitas de frutíferas (CAMPOS et al., 2002). Os prejuízos associados a esses organismos são estimados em R\$35 bilhões ao ano para a agricultura brasileira (MACHADO et al., 2015).

O gênero *Meloidogyne* conhecido como nematoide-das-galhas-radiculares representa um dos grupos de fitonematoides mais importantes do mundo. Este gênero possui mais de 100 espécies descritas (HUNT e HANDOO, 2009). As espécies *M. incognita*, *M. arenaria* e *M. javanica* são as que mais se destacam dentre as polífagas e são encontradas em regiões tropicais e subtropicais (DEVTRAN, 2018).

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* e os do gênero *Rotylenchulus* (nematoides reniformes) são os mais comuns no cultivo do mamoeiro, sendo o *Meloidogyne* spp. o mais agressivo, atingindo prejuízos em torno de 20% em lavouras com alta infestação no Nordeste (PONTES, 1980).

Perdas na produção agrícola foram atribuídas a nematoides parasitas de plantas (NICOL et al., 2011). Além dos danos significativos na produtividade, eles também causam perdas na qualidade do produto (OLIVEIRA, 2015). Os fitonematoides são responsáveis por prejuízos agrícolas globais no valor de cerca de US\$ 157 bilhões anuais (SINGH et al., 2015). A produtividade da cultura do mamoeiro pode ser afetada pelo ataque de nematoides, e as principais espécies associadas a essa cultura são: *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica*. Sendo as espécies *M. incognita* e *M. javanica* consideradas as mais agressivas (DIAS-ARIEIRA et al., 2008).

A Pesquisa bibliométrica é utilizada nas diversas áreas do conhecimento como metodologia para a obtenção de indicadores de avaliação da produção científica (RAVELLI, 2009).

A bibliometria é um método de pesquisa que possibilita a reunião de uma quantidade de periódicos essenciais que possuem os artigos mais relevantes de determinado assunto, uma vez que a comunidade científica fornece as referências bibliográficas de qualquer trabalho (CUNHA, 1985). A pesquisa bibliométrica é muito importante porque mensura toda a repercussão e o impacto que determinado trabalho, autor ou periódico tem (CARDOSO et al., 2005). E vem sendo utilizada nas diversas áreas do conhecimento como metodologia para a obtenção de indicadores de avaliação da produção científica (SANTOS, 2003).

Logo, o objetivo do trabalho foi coletar informações sobre o cenário científico da fitonematologia no período de dez anos, com foco no gênero *Meloidogyne*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A base de dados utilizada nesta pesquisa bibliométrica foi a *Web of Science*, considerando se tratar de uma base de dados sólida e de grande abrangência internacional e por ser a base que dá origem ao fator de impacto dos periódicos-JCR (LACERDA, ENSSLIN, & ENSSLIN, 2012).

Os termos utilizados foram “nematode” e “meloidogyne” limitando a pesquisa nos últimos 10 anos (2012-2022), mostrando os artigos da área da fitonematologia voltada ao gênero *Meloidogyne*. O código de pesquisa ficou então definido como: nematode (Tópico) and meloidogyne (Tópico) and 2022 or 2021 or 2020 or 2019 or 2018 or 2017 or 2016 or 2015 or 2014 or 2013 or 2012 (Anos da publicação) and Artigos (Tipos de documento).

Os artigos selecionados (excluindo autocitações) foram da coleção principal da *Web of Science*. Esse conjunto de dados foi exportado no formato “arquivo de texto sem formatação”, o download realizado de 500 em 500 dados e o conteúdo gravado foi “Registro completo e referências citadas”.

As conexões entre os dados bibliográficos foram realizadas através do software *VOSviewer* (VAN ECK e WALTMAN, 2010).

Através do Software foram criados mapas temáticos com base na rede elaborada. Nestes, o tamanho dos rótulos circulares (ou esferas) de um item é determinado pelo peso do item. Quanto maior o peso de um item, maior será o seu rótulo. A cor de um item é determinada pela atualidade dos dados, quanto mais novo, mais amarelo. As linhas entre os itens representam conexões. Quanto mais espessa a linha entre os itens, mais forte é a conexão entre os dois no mapa (VAN

ECK e WALTMAN 2020).

Os tipos de análises empregados na criação dos mapas foram: Países com mais publicações, autores citados ao menos 10 vezes, instituições que mais publicaram, análise de palavras-chave.

Foi realizada uma outra pesquisa para um novo conjunto de dados, dessa vez voltados para o gênero *Meloidogyne* em mamão, visando mostrar a evolução dos estudos nematológicos aprofundados na cultura. As análises realizadas foram a dos países com mais publicações, os autores mais citados e as palavras chaves mais empregadas.

Os termos utilizados nessa segunda pesquisa foram “*Meloidogyne*” e “papaya”, não foram definidos os anos de pesquisa para mostrar a evolução dos estudos no decorrer do tempo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca no banco de dados resultou em 7101 documentos. Destes, 98,519% são escritos em inglês, 0,46% em espanhol, 0,42% em chinês e 0,36% em português. O restante dos artigos está escrito em outras línguas, como francês, coreano, russo etc.

A evolução na quantidade de publicações acompanhou a evolução do tempo, evoluindo de 25 publicações em 2012 para 1521 no ano de 2021.

Na Figura 1, estão representados os países com mais publicações sobre nematoides + *Meloidogyne*, a escala de cores indica as publicações mais antigas (azul) para as mais recentes (amarela). Liderando o ranking está a China com mais de 2700 publicações. Os demais países apresentam entre 1424 e 100 publicações. Depois da China o ranking é seguido por Estados Unidos, Índia, Brasil, Alemanha, Espanha, Itália, França, até República Tcheca com 100 publicações.

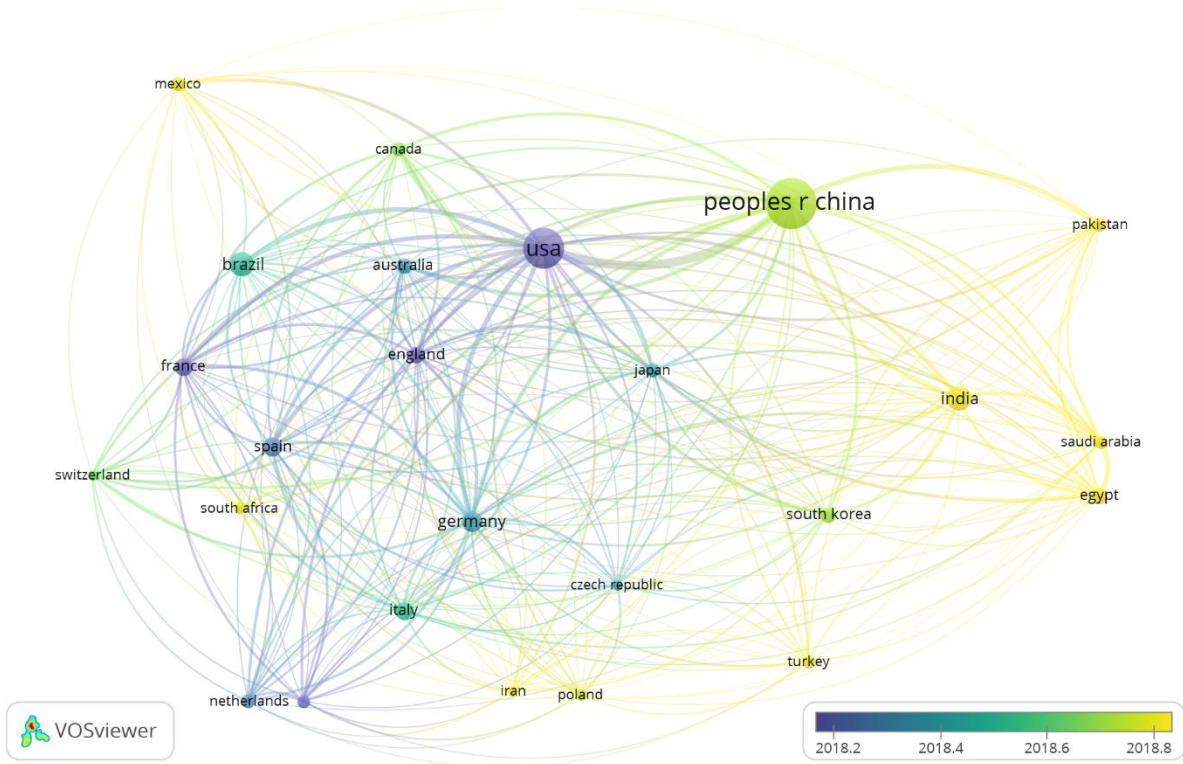


Figura 1. Mapa de rede gerado no VOSviewer com os países líderes na pesquisa de nematoide e *Meloidogyne*.

A Figura 2 mostra os maiores autores dos últimos 10 anos que foram citados por pelo menos 10 vezes, os 3 que lideram são chineses, sendo eles Aocheng Cao, Dongdong Yan e Qiuxa Wang. Aocheng Cao é professor do Departamento de Ciências de Pesticidas, publicou mais de 100 artigos e obteve mais de 30 patentes nacionais de invenção (IPP, 2021).

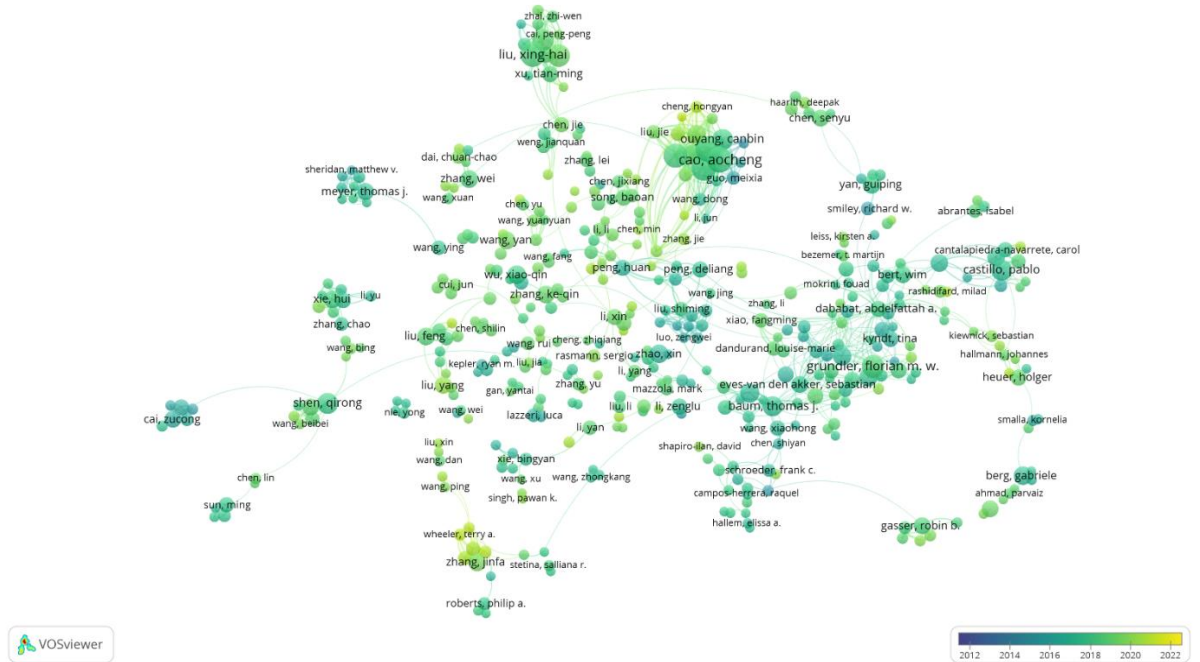


Figura 2. Mapa de rede gerado no VOSviewer com os principais autores.

As instituições que mais publicaram sobre o tema foram *United States Department of Agriculture USDA*, *Chinese Academy of Agricultural Sciences* e *Chinese Academy of Sciences*. O departamento de agricultura dos Estados Unidos possui um banco de coleção de nematoides o USDANC em Beltsville, MD, ele é um dos maiores e mais valiosos recursos internacionais para pesquisa taxonômica de nematoides e identificações (HANDOO, 2018).

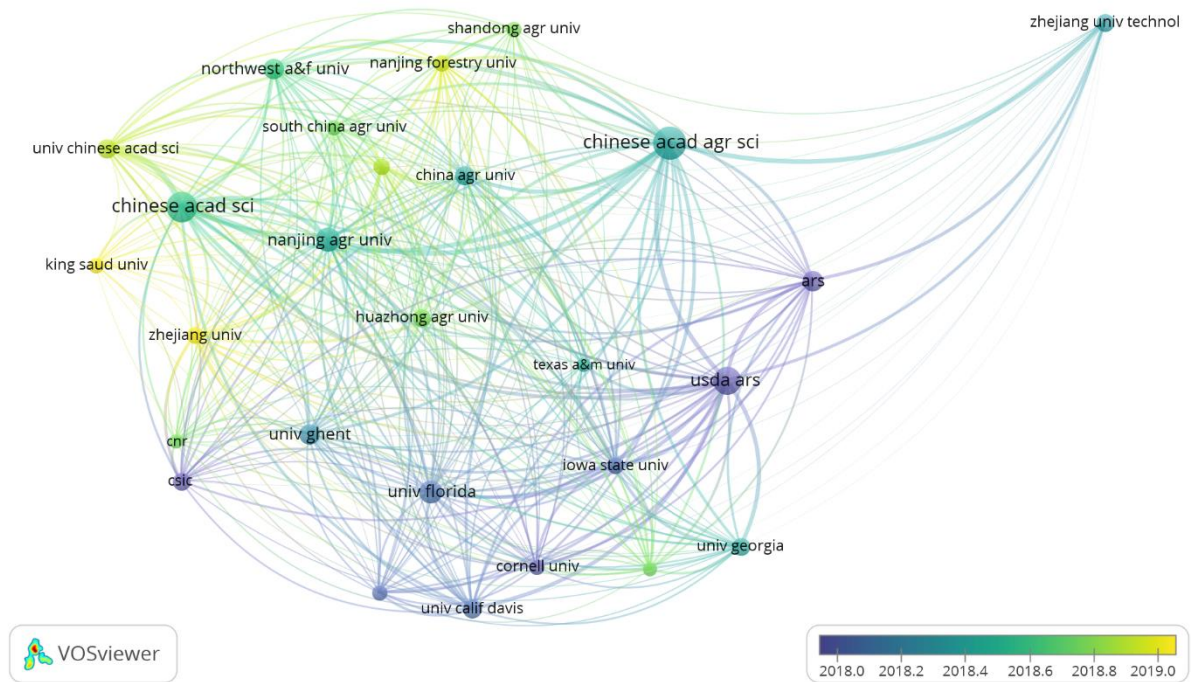


Figura 3. Mapa de rede gerado no *VOSviewer* com as instituições que mais pesquisaram sobre nematoides e *Meloidogyne*.

A nematologia engloba muitas áreas do conhecimento, e por esse motivo também foram verificadas quais as principais áreas da pesquisa em que esses artigos estavam empregados, e a principal área é a de ciência de plantas, seguido da Agricultura e da bioquímica molecular.

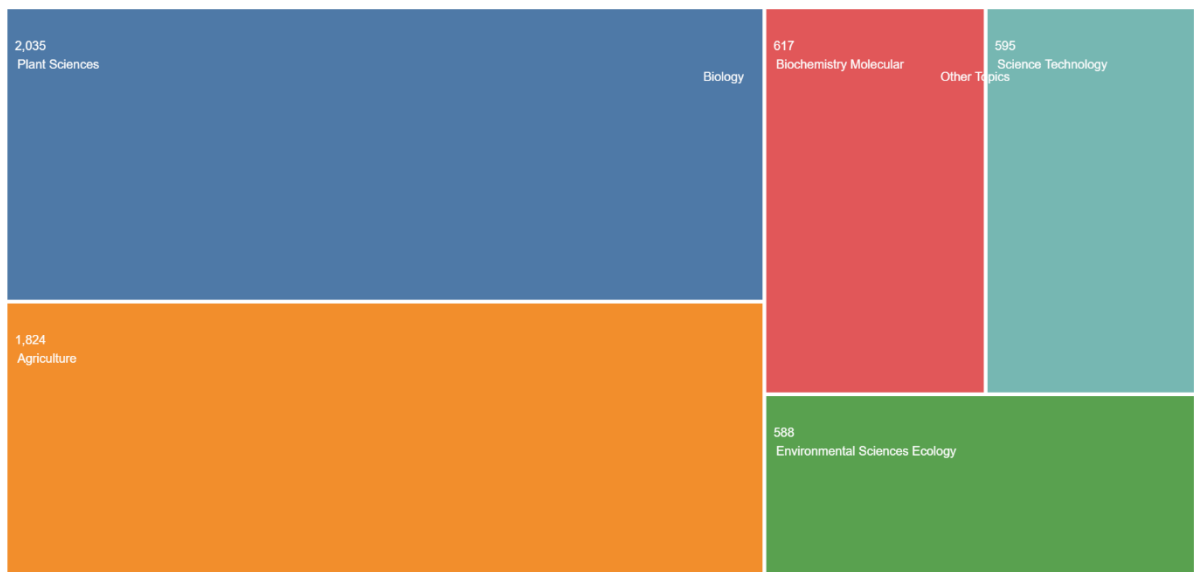


Figura 4. Gráfico *TreeMap* mostrando as principais áreas do conhecimento no estudo de nematoides

Uma outra pesquisa também foi realizada com foco da nematologia na cultura do mamão, essa pesquisa obteve 121 resultados. A primeira análise foi a distribuição das pesquisas pelos países (Figura 6), e o país que se destacou foi o Brasil, seguido dos Estados Unidos e da Índia.

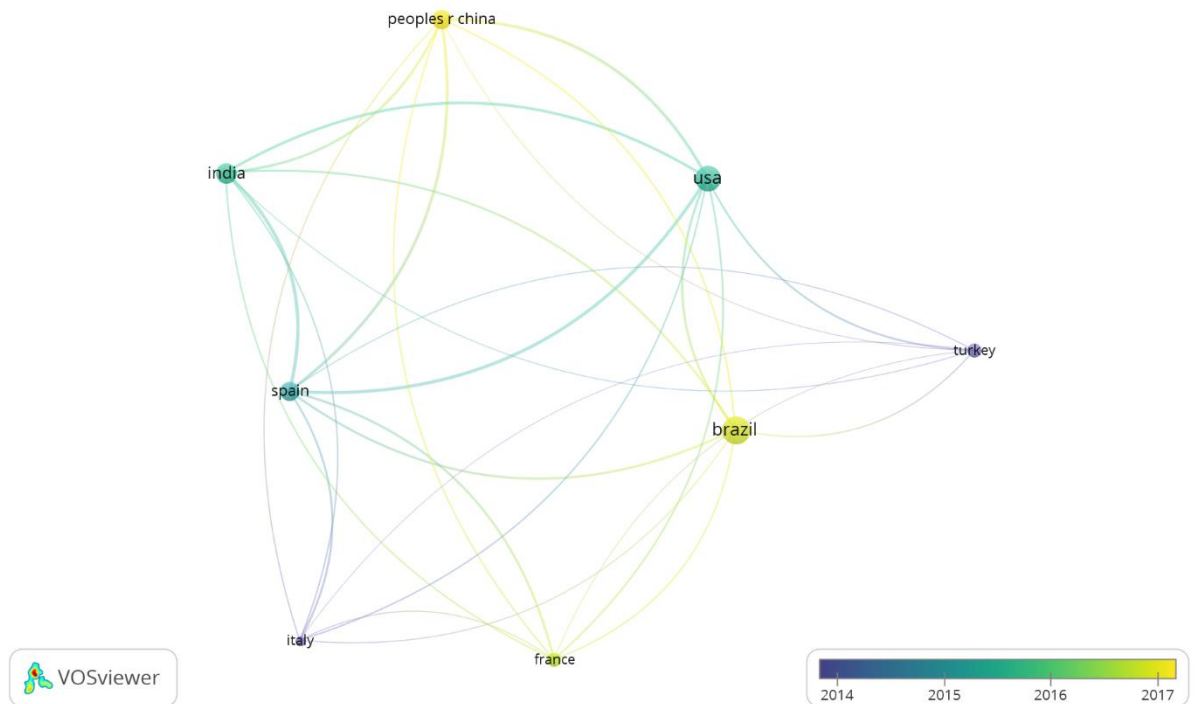


Figura 6. Mapa de rede gerado no VOSviewer com os países líderes na pesquisa de *Meloidogyne* e mamão.

Os três autores mais citados (Figura 7) são Belen Pico, Antônio Monforte e Cristina Esteras.

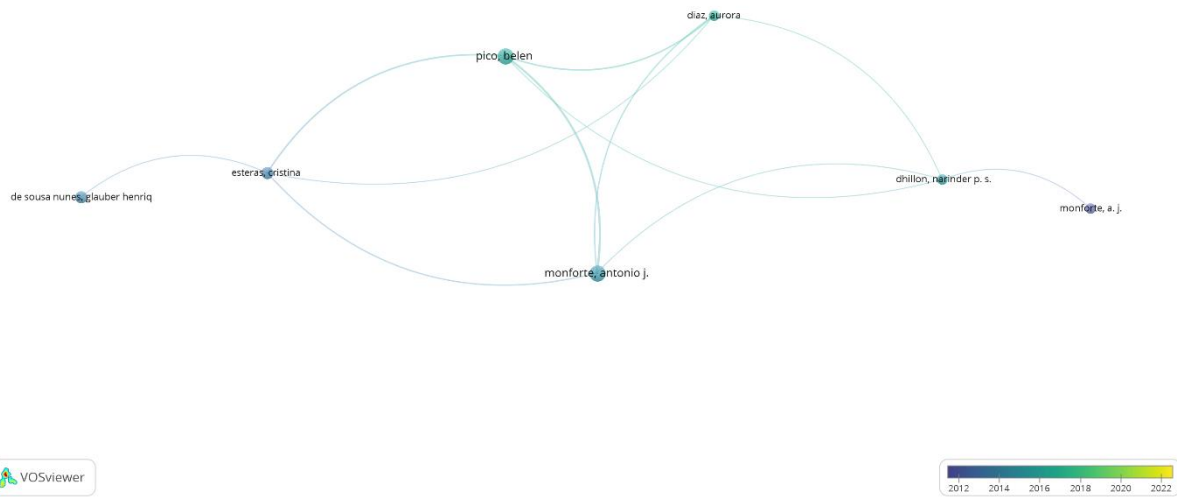


Figura 7. Mapa de rede gerado no VOSviewer com os autores mais citados na pesquisa de *Meloidogyne* e mamão.

As palavras-chave mais empregadas nos estudos de mamão e *Meloidogyne* foram principalmente Diversidade genética, “*landraces*” e identificação.

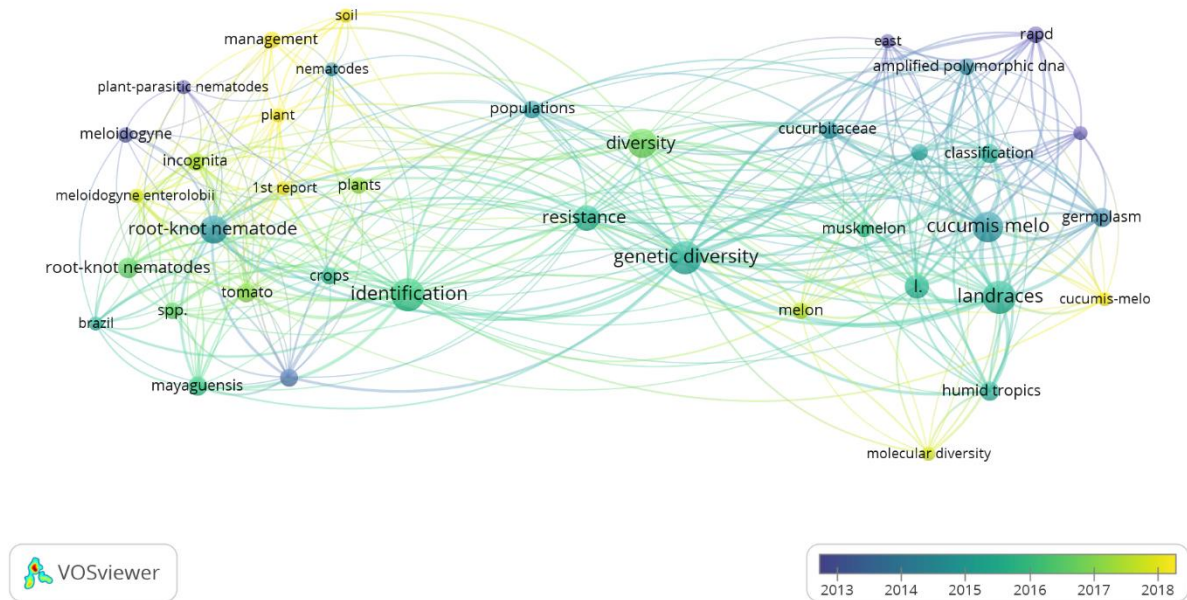


Figura 8. Mapa de rede gerado no VOSviewer com as principais palavras-chave na pesquisa de *Meloidogyne* e mamão.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados, conclui-se que as pesquisas com os fitonematoides nos últimos dez anos concentrou-se no estudo da biologia e diagnose molecular do gênero *Meloidogyne*. Assim, o foco da pesquisa nesse período não foi o controle do patógeno e nem das variáveis produtivas. O acervo de trabalhos com o mamoeiro e *Meloidogyne* é escasso, indicando a necessidade de mais pesquisas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, A.S. Distribuição de *Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus jaehni* em citros, no Estado de São Paulo, e estudo morfométrico comparativo de populações anfimíticas de *Pratylenchus* spp. 2002. f. 65. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP, Jaboticabal, 2002

CARDOSO, R. L.; RICCIO, E. L.; SAKATA, M.C. G. Pesquisa científica em contabilidade entre 1990 e 2003. **Revista de Administração de Empresas – ERA**, v.43, jun. 2005.

CUNHA, C. R. da. Perspectivas teóricas de análise das relações interorganizacionais. In: Encontro de Estudos Organizacionais, 2., 2002. Recife. Anais... Recife: Observatório da Realidade Organizacional: PROPAD/UFPE: ANPAD, 2002. CD-ROM.

DEVTRAN, Z., & BAYSAL, Ö. Induction of resistance to *Meloidogyne incognita* by DL-Beta amino butyric acid under salt stress condition. **Australasian Plant Disease Notes**, 13(1), 20, 2018.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; MOLINA, R. de O.; COSTA, A.T. 2008. Nematóides causadores de doenças em frutíferas. **Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v.2, n.1, p.46-56.

HANDOO, Zafar A. et al. List of Type Specimens Deposited Since 1998 in the United States Department of Agriculture Nematode Collection, Beltsville, Maryland. **Journal of nematology**, v. 50, n. 1, p. 51, 2018.

HUNT, D. J.; HANDOO, Z. A. Taxonomy, identification and principal species. In: PERRY, R. et al. **Root-knot nematodes**. Wallingford: CAB International, 2009. p. 55-97.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 4 Abr. 2021.

Lacerda, Rogério Tadeu de Oliveira, Ensslin, Leonardo e Ensslin, Sandra Rolim. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção** [online]. 2012, v. 19, n. 1 [Acessado 21 Outubro 2021], pp. 59-78. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2012000100005>>. Epub 28 Mar 2012. ISSN 1806-9649. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2012000100005>.

MACHADO, A.C.Z. 2015. Ataques de nematoides custam R\$ 35 bilhões ao agronegócio brasileiro. **Revista Agrícola**. Disponível em: Acesso em: 20/09/2021

Meyerowitz EM, Somerville CR (1994). *Arabidopsis*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, **Cold Spring Harbor**, NY.

Nicol JM, Turner SJ, Coyne DL, Nijs L, Hockland S, Maaf ZT (2011) **Current nematode threats to world agriculture**. In: Jones J, Gheysen G, Fenoll C (eds)

Genomics and molecular genetics of plantnematode interactions. Springer, Dordrecht, pp 21–43. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0434-3_2

OLIVEIRA, C. M. Quantificação e caracterização morfológica e molecular de populações de *Meloidogyne* spp. de regiões produtoras de soja do Brasil. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitossanidade), Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2015.

PINHEIRO, J.B.; BOITEUX, L.S.; PEREIRA, R.B.; ALMEIDA, M.R.A.; CARNEIRO, R.M.D.G. Identificação de espécies de *Meloidogyne* em tomateiro no Brasil. **Embrapa**, Brasília, 16p., 2014. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

PONTE, J.J. Meloidoginose: importância e controle no nordeste. **Nematologia Brasileira**, v.4, p.1-14, 1980.

RAVELLI, Ana Paula Xavier et al. A produção do conhecimento em enfermagem e envelhecimento: estudo bibliométrico. **Texto & Contexto - Enfermagem** [online]. 2009, v. 18, n. 3 [Acessado 24 Outubro 2021] , pp. 506-512. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-07072009000300014>>. Epub 07 Out 2009. ISSN 1980-265X. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072009000300014>.

SANTOS, RN. (2003). Produção científica: por que medir? O que medir? **RDBCI**. 2003 1(1):22-38

SINGH, Rajendra; KUMAR, Umesh. Assessment of nematode distribution and yield losses in vegetable crops of Western Uttar Pradesh in India. **Int. J. Sci. Res**, v. 4, n. 5, p. 2812-2816, 2015.

The Institute of Plant Protection (IPP), Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS). Disponível em <http://ipp.caas.cn/en/>

VAN ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.

WALTMAN, Ludo et al. A principled methodology for comparing relatedness measures for clustering publications. **Quantitative Science Studies**, v. 1, n. 2, p. 691-713, 2020.

CAPÍTULO 2

IMPACTO POPULACIONAL DE *Meloidogyne* spp. SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO CONSORCIADO COM O CAFEEIRO

RESUMO

Os nematoides fitoparasitas são encontrados amplamente disseminados pelo Brasil, e são apontados como um dos responsáveis pela redução de produção e valor comercial de diversos produtos agrícolas, dentre eles as frutíferas. O Mamoeiro (*Carica papaya* Linn.) é uma frutífera tropical com importância comercial pelo seu valor nutricional e medicinal. O gênero *Meloidogyne* é o mais relevante para o mamoeiro, com destaque para as espécies *M. incognita* e *M. javanica*. Este estudo foi direcionado ao levantamento populacional de *Meloidogyne* spp. em lavoura comercial de *Carica papaya* Linn. cv Aliança no sul da Bahia e os possíveis impactos à cultura. Amostras de raízes de 40 plantas de mamoeiro foram coletadas e levadas ao laboratório² para análise nematológica. A lavoura de mamoeiro era consorciada com o cafeeiro e a área escolhida apresentava sintomas (galhas) característicos do gênero *Meloidogyne*. No entanto, foram avaliados o diâmetro do caule das plantas (DCP), o número de folhas (NF), número de frutos (NFRUT), peso médio de três frutos (PMF) e a população de *Meloidogyne* em cada planta. Os dados foram tabulados e submetidos à análise descritiva no software R[®] e análise de regressão linear a fim de estabelecer relações entre as variáveis coletadas. A população variou de 69 a 28351 indivíduos, e a regressão apresentou um efeito moderado abaixo nas características avaliadas com R² variando de 0,0336 para NFRUT e 0,8786 para DCP. No entanto, plantas de mamoeiro afetadas pelo gênero *Meloidogyne* têm sua produtividade comprometida.

Palavras-chave: *Carica papaya*; danos; nematoide das galhas.

POPULATION IMPACT OF *Meloidogyne* spp. ON PAPAYA CULTIVATION INTERCROPPED WITH COFFEE PLANTS

ABSTRACT

Plant-parasitic nematodes are widespread across Brazil, playing a significant role in diminishing the production and commercial value of various agricultural products, particularly affecting fruit crops. The Papaya tree (*Carica papaya* Linn.) is a tropical fruit plant with commercial importance due to its nutritional and medicinal value. The genus *Meloidogyne* is the most relevant for papaya, with emphasis on the species *M. incognita* and *M. javanica*. This study was directed at the population survey of *Meloidogyne* spp. in a commercial plantation of *Carica papaya* Linn. cv Alliance in southern Bahia and the possible impacts on the crop. Root samples from 40 papaya plants were collected and taken to the laboratory for nematological analysis. The papaya plantation was intercropped with coffee plants, and the selected area showed symptoms (galls) characteristic of the *Meloidogyne* genus. However, stem diameter (SD), number of leaves (NL), number of fruits (NF), average weight of three fruits (AWF), and the *Meloidogyne* population in each plant were evaluated. Data were tabulated and subjected to descriptive analysis in the R[®] software and linear regression analysis to establish relationships between the collected variables. The population ranged from 69 to 28,351 individuals, and the regression showed a moderate impact observed in the assessed characteristics with R² ranging from 0.0336 for NF and 0.8786 for SD. However, papaya plants affected by the *Meloidogyne* genus have their productivity compromised.

Keywords: *Carica papaya*; yield losses; root-knot nematode.

1. INTRODUÇÃO

Os fitonematoides provocam perdas econômicas em inúmeras culturas por todas as partes do mundo. Além dos danos significativos na produtividade agrícola, eles também afetam a qualidade do produto (OLIVEIRA, 2015).

O mamoeiro (*Carica papaya L.*), pertence à família Caricaceae, é considerada uma das espécies de grande importância econômica, cultivada em regiões de planície tropicais e subtropicais (RANDLE e TENNANT, 2021). O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas, com mais de 39,8 milhões de toneladas produzidas em 2,2 milhões de hectares (FAOSTAT, 2018), ficando atrás somente da China e Índia, além de ocupar o segundo lugar no ranking mundial de produtores de mamão (FAOSTAT, 2015).

Lavouras cultivadas com cv. Aliança têm aumentado (DOUSSEAU et al., 2018), porém a escassez de informações relacionadas a essa cultivar é um desafio para os produtores de mamão. No mês de setembro de 2021 o número de cultivares registrada no mercado totalizavam 58 (MAPA, 2021). Segundo Marin et al. (2011), os frutos de cv. Aliança possuem maior *shelf life* (vida útil de prateleira), além de apresentar excelente produtividade quando comparada a outras cultivares.

Em 2019, o estado da Bahia teve a segunda maior produção brasileira de mamão, totalizando 390.075 toneladas, ficando atrás somente do Espírito Santo (IBGE, 2020). No entanto, a produção pode ser reduzida devido ao ataque de diversas pragas e doenças, sendo uma delas o nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.). São conhecidas mais de 90 espécies do gênero *Meloidogyne* afetando numerosas culturas em todo o mundo (HUNT e HANDOO, 2009).

Fitonematoides são responsáveis por prejuízos agrícolas globais no valor de cerca de US\$ 157 bilhões anuais com perda de rendimento projetada em até 12,3% (SINGH et al., 2015). Estudos realizados pela Embrapa mostraram que os fitonematoides causam danos ao setor agrícola do país em aproximadamente R\$ 35 bilhões por ano (MACHADO, 2015).

Os nematoides das galhas são animais invertebrados microscópicos que vivem no solo, e se alimentam das raízes de muitas culturas e ervas daninhas (YE et al., 2019). Esse patógeno está disperso em vários ambientes em todo o mundo, causando perdas aos principais cultivos (LOPES e FERRAZ, 2016).

Estima-se que os danos causados por *Meloidogyne incognita* na cultura do mamão ocorram na ordem de 17,6% na redução do número de frutos, de 15,9% no

peso médio de frutos e de 36,6% na produção por plantas (RITZINGER, 2000).

A espécie *Meloidogyne incognita* é frequentemente encontrada em regiões tropicais, ocasionando perdas econômicas em culturas hospedeiras (HOLANDA, 2021). É a espécie mais devastadora na agricultura por estar distribuída, principalmente nas regiões mais quentes (MOURA, 1996). O *M. javanica* predomina em regiões com estações secas bem definidas (EISENBACK e TRIANTAPHYLLOU, 1981). A associação dessas espécies que causam danos severos à agricultura devido ao vasto espectro de hospedeiras (MOURA, 1996).

Os métodos mais utilizados para identificação das espécies do gênero *Meloidogyne* são pela configuração perineal das fêmeas, morfologia da região anterior e labial (estilete) dos machos, fêmeas e juvenis de segundo estágio (J2), características citogenéticas e identificação bioquímica e molecular. A identificação bioquímica por perfis de esterase, que possuem grande poder discriminatório entre espécies, é realizada através da eletroforese de isoenzimas, sendo esta uma técnica altamente confiável para a identificação de espécies do gênero *Meloidogyne* (SANTOS, 2012; CARNEIRO e ALMEIDA, 2001).

As diversas estratégias de manejo de nematoides buscam prioritariamente diminuir os custos, elevar a produtividade e reduzir o impacto ambiental. Dentre as estratégias, o uso de matéria orgânica, o controle biológico, adoção de cultivares resistente e rotação de culturas têm como objetivo reduzir a população dos nematoides (RITZINGER, 2000). Cultivares usadas em áreas infestadas com *Meloidogyne* spp. devem ser escolhidas com cuidado, a fim de evitar a reprodução do nematoide e beneficiar as safras subsequentes, reduzindo sua população (FERREIRA et al., 2012).

Diante desses fatos, objetivou-se nesse trabalho o levantamento populacional de nematoides do gênero *Meloidogyne* em lavoura comercial de *Carica papaya* Linn. cv Aliança consorciada com café conilon no sul do estado da Bahia e os possíveis impactos à cultura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de coleta das amostras.

As coletas foram realizadas no município de Mucuri, no sul da Bahia, com coordenadas geográficas 18°05'36" S 39°48'24" W. O clima da região é quente e úmido, tipo Aw, com estação seca no outono-inverno e estação chuvosa na primavera-verão, de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). Na propriedade escolhida, foi realizado o consórcio entre o mamoeiro cv. Aliança e cafeeiro conilon com irrigação por gotejamento e manejo nutricional e fitossanitário de acordo com o recomendado para a cultura. A idade da lavoura de mamoeiro era de um ano no período das coletas.

2.2 Caracterização da amostragem e variáveis analisadas

Foram realizadas duas avaliações, a primeira no mês de maio e a segunda no mês de junho de 2020. Para isso, 40 plantas de mamoeiro foram selecionadas ao acaso na primeira e segunda coleta. Inicialmente, as plantas coletadas foram identificadas. A segunda coleta foi realizada em plantas que não haviam sido identificadas anteriormente. De cada planta escolhida foram retiradas amostras de raízes para análise nematológica. As raízes foram acondicionadas em sacos plásticos identificados, lacrados e enviados ao laboratório da UFES. Além das amostras de raízes, foram coletados dados de: DCP (a 20 cm do solo), NF, NFRUT e PMF de cada planta amostrada.

2.3 Métodos de Extração

O método utilizado para a extração de nematoides em raízes foi descrito por Coolen & D'herde (1972). A leitura das amostras foi realizada com auxílio da câmara de contagem de Peters e o resultado foi expresso em número de indivíduos a cada 10 gramas de raízes.

2.4 Identificação morfológica

Para a identificação das espécies através do corte perineal de fêmeas foram retiradas 10 fêmeas das raízes (TAYLOR & NETSCHER, 1974) das amostras coletadas, a fim de caracterizar a população da área experimental.

2.5 Identificação Bioquímica

Os perfis de enzima esterase (EST) foram obtidos pela técnica de eletroforese vertical em sistema descontínuo, conforme Ornstein (1964) e Davis (1964), com modificações.

A identificação dos perfis de esterases foi realizada em gel de poliacrilamida 7%, de acordo com Carneiro & Almeida (2001).

Foram escolhidas 4 amostras aleatórias das raízes utilizadas para a identificação morfológica. Destas raízes foram extraídas fêmeas de coloração branco-leitosa de *Meloidogyne* spp., iniciando a fase de postura de ovos. Foram extraídas individualmente de raízes do mamoeiro com auxílio de estilete e agulhas, sob microscópio estereoscópico e transferidas para microtubos eppendorf, contendo 3 µl do tampão de extração (Tris HCl+Glicerol+Bromofenol Blue). Os tubos foram mantidos em recipiente com almofada de gelo durante todo o processo de extração das amostras. As fêmeas foram trituradas com um bastão de vidro de extremidade arredondada e o extrato foi aplicado com o auxílio de uma ponteira Gel-Well nas cavidades do gel de poliacrilamida. A corrida foi dividida em duas etapas, a primeira seguiu a voltagem de 80V por 15 minutos e em seguida 200V por 30 minutos.

Para a revelação dos padrões de bandas no gel de poliacrilamida, foi utilizada solução reveladora contendo tampão de fosfato de potássio, α -naftil-acetato e Fast blue, que foram preparadas na hora e a incubação feita no escuro, a 37 °C, por 15 minutos.

2.6 Avaliações e Análise estatística

Após as análises laboratoriais, foi realizado o agrupamento dos indivíduos em diferentes faixas de população para reduzir a variabilidade dos dados (tabela 1).

Tabela 1. Distribuição das faixas populacionais com descrição correspondente ao eixo X dos gráficos e número de plantas por faixa.

	Faixa populacional	Descrição na figura (x)	Número de plantas
1 ^a			
Avaliação	0-600	1	8
	601-1000	2	8
	1001-1400	3	8
	1401-2000	4	8
	>2001	5	8
2 ^a			
Avaliação	0-600	1	8
	601-1200	2	8
	1201-2200	3	8
	2201-3900	4	8
	>3901	5	8
Total de plantas			80

Após a definição das faixas populacionais, os dados da primeira e da segunda avaliação foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise descritiva no software R[®] (RCORE TEAM, 2020) e análise de regressão linear a fim de estabelecer relações entre as variáveis coletadas.

3. RESULTADOS

Na figura 1, a população de nematoides variou de 164 a 4588 indivíduos, e os valores de diâmetro do caule variaram entre 30 e 56 cm. Para a NF e PMF, o coeficiente de variação se manteve baixo, indicando pouca variabilidade entre os resultados.

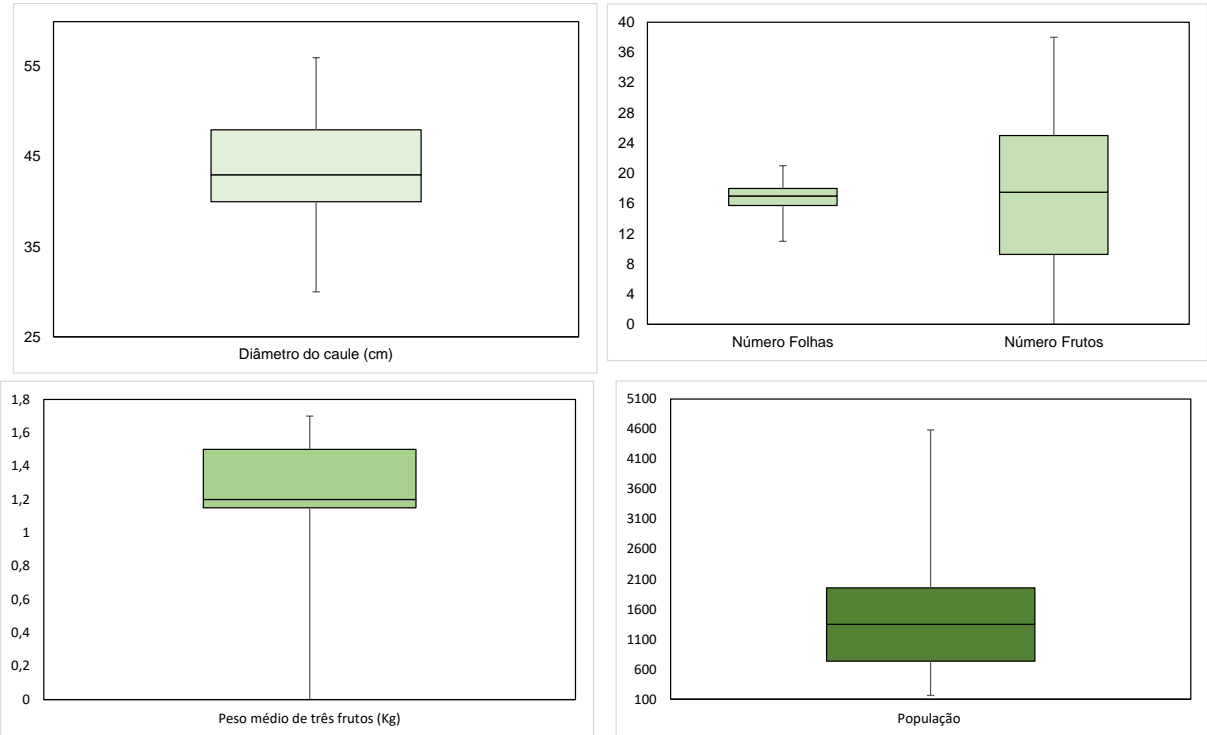


Figura 1. Análise descritiva das características: diâmetro do caule, número de folhas, número de frutos, peso médio de três frutos e população de *Meloidogyne*. (1ª avaliação).

Na segunda avaliação a população de nematoides na raiz foi a característica que apresentou o maior intervalo entre os valores, variando de 69 a 28350 indivíduos (figura 2). Em contraposição aos valores da população, o diâmetro das plantas variou somente entre 30 e 56 cm com coeficiente de variação de 6,29.

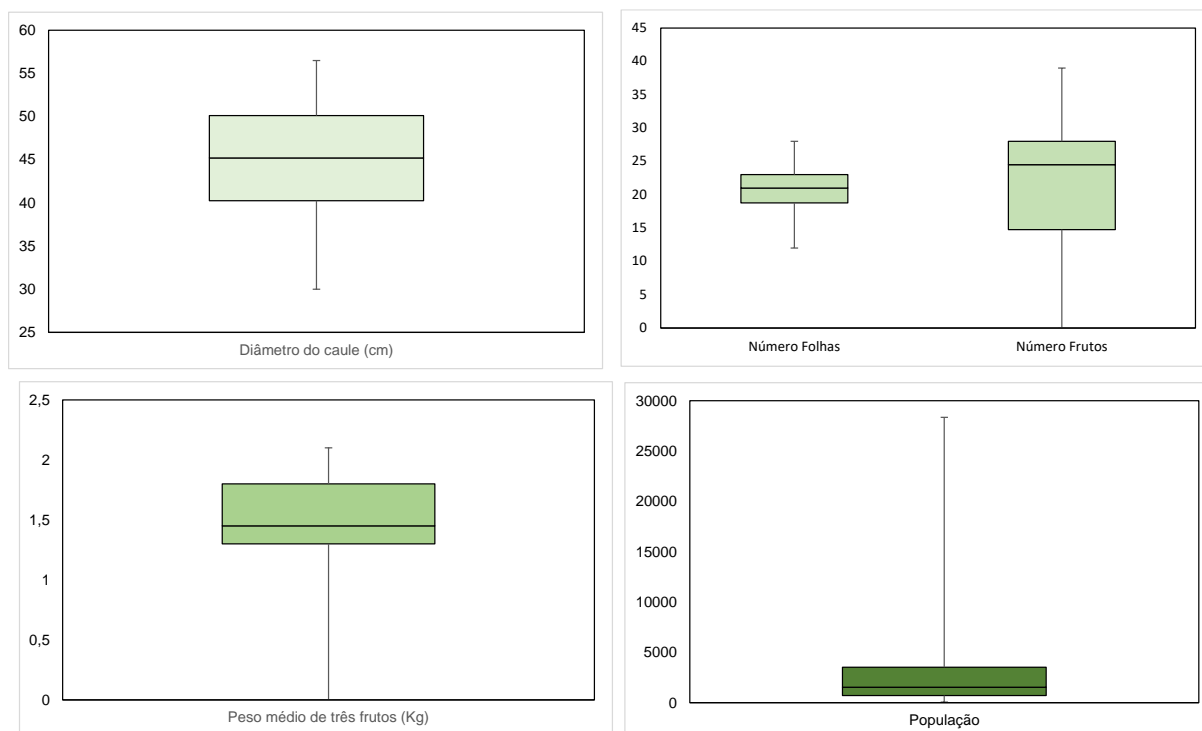


Figura 2. Análise descritiva dos parâmetros: diâmetro do caule, número de folhas, número de frutos, peso médio de 3 frutos e população de *Meloidogyne* (2ª avaliação).

A análise de regressão de cada um dos itens avaliados foi feita com o objetivo de estabelecer uma relação entre o nível populacional de *Meloidogyne* e o efeito causado no crescimento ou produtividade da planta (Figuras 3 e 4).

Na primeira coleta (Figura 3), a melhor relação entre a população de nematoides e as características analisadas foi observada com o número de frutos e no peso médio de 3 frutos (PMF), com coeficientes de determinação de 0,4389 e 0,3731 respectivamente, mesmo sendo considerada uma baixa relação entre os fatores, são valores normalmente encontrados para experimentos em ambientes não controlados.

Nota-se que a faixa populacional de nematoides de 1401-2000 (faixa 4), foi a que obteve maior diâmetro de colmo. Já para número de folhas a faixa populacional que obteve maior valor foi a de 1001-1400 (faixa 3). E para os parâmetros de produção (Número de frutos e peso médio de três frutos) observa que as maiores faixas populacional de nematoides, 1400-2000 e >2000, respectivamente, apresentaram menores valores para estas características, indicando uma tendência

de queda de produção (Figura 3).

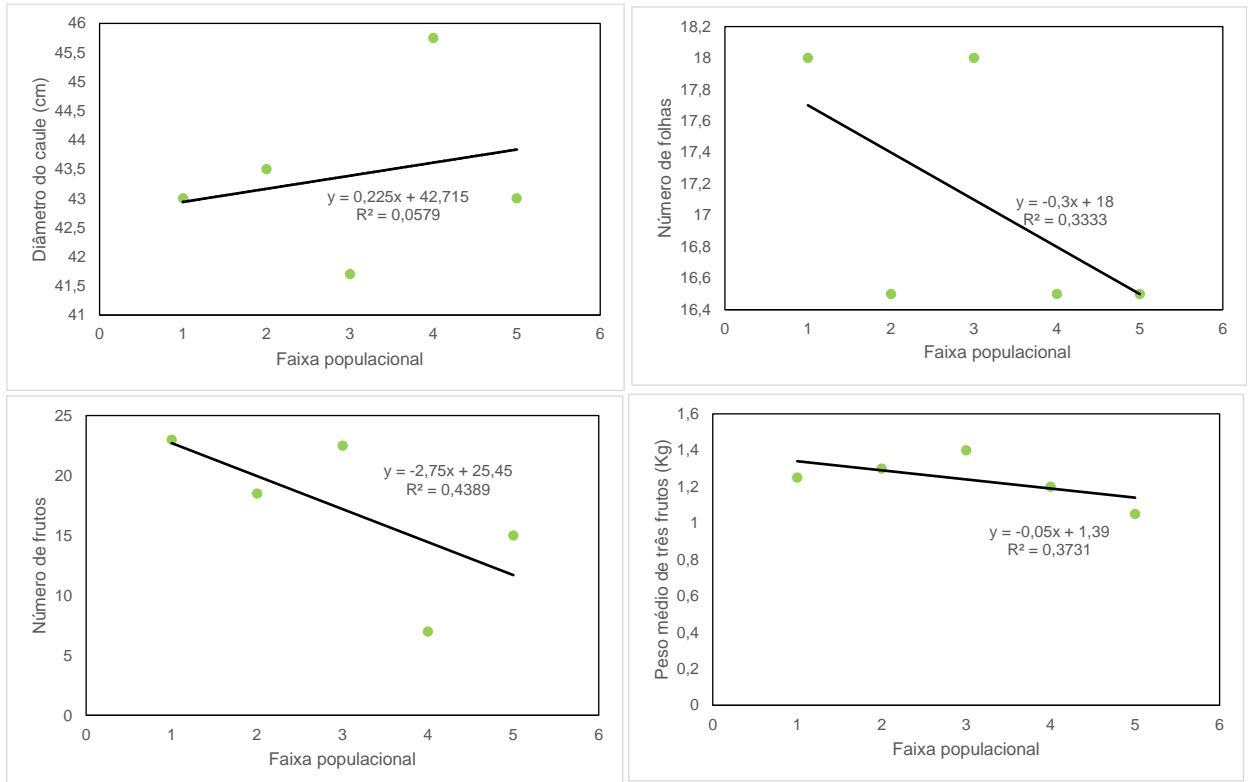


Figura 3. Regressão realizada nos dados de diâmetro, número de frutos, número de folhas e peso médio de três frutos da primeira avaliação.

Na segunda avaliação, os valores do Diâmetro tiveram maior relação com o crescimento da população de *Meloidogyne* (Figura 4), aonde os máximos valores encontrados para essa variável foram nas mais altas populações do nematoide. Na avaliação do número de folhas, os menores valores encontrados estavam na faixa populacional de 2201-3900 indivíduos e nas populações acima de 3901 indivíduos. Nos parâmetros produtivos, os dados apresentaram grande oscilação entre as faixas populacionais.

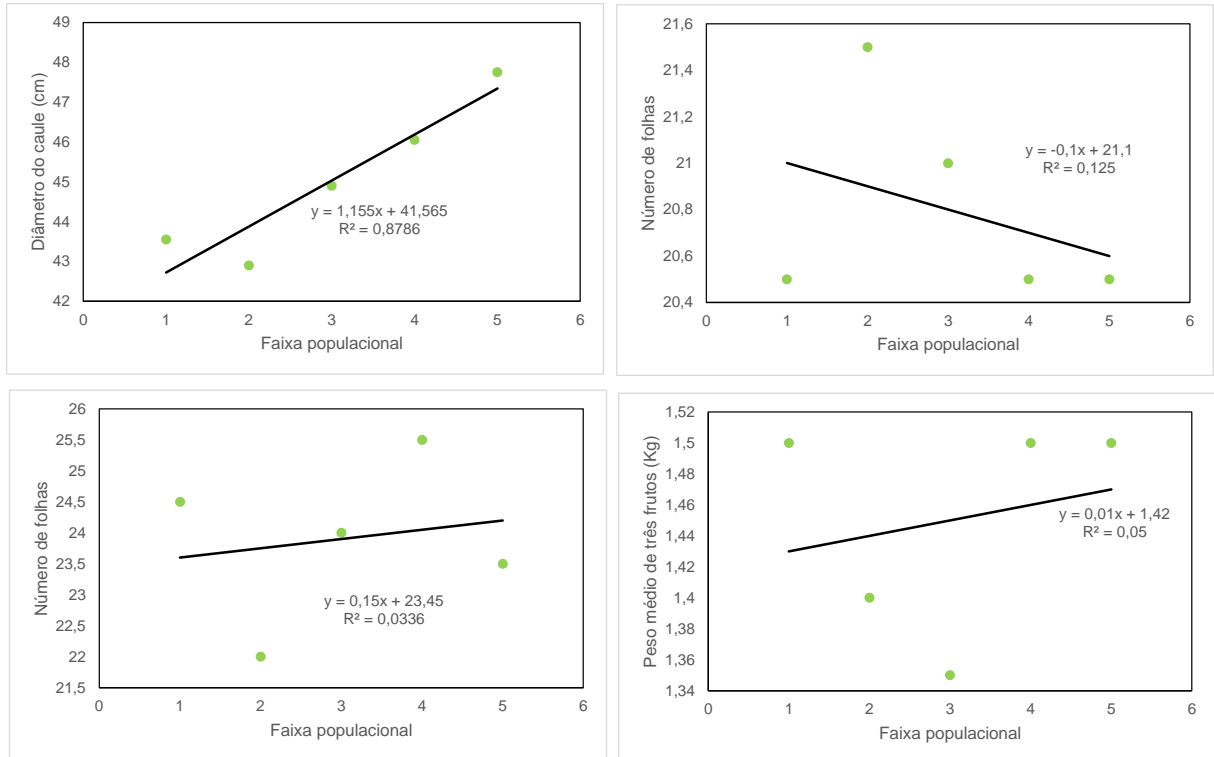


Figura 4. Gráficos da Regressão realizada nos dados de diâmetro, número de frutos, número de folhas e peso médio de três fruto da segunda avaliação.

A figura 5 apresenta os cortes perineais das fêmeas retiradas das raízes, a espécie não pode ser confirmada somente pela morfologia, pois houve dificuldades da distinção de *M. incognita* e *M. paranaensis*, como já relatado na literatura.

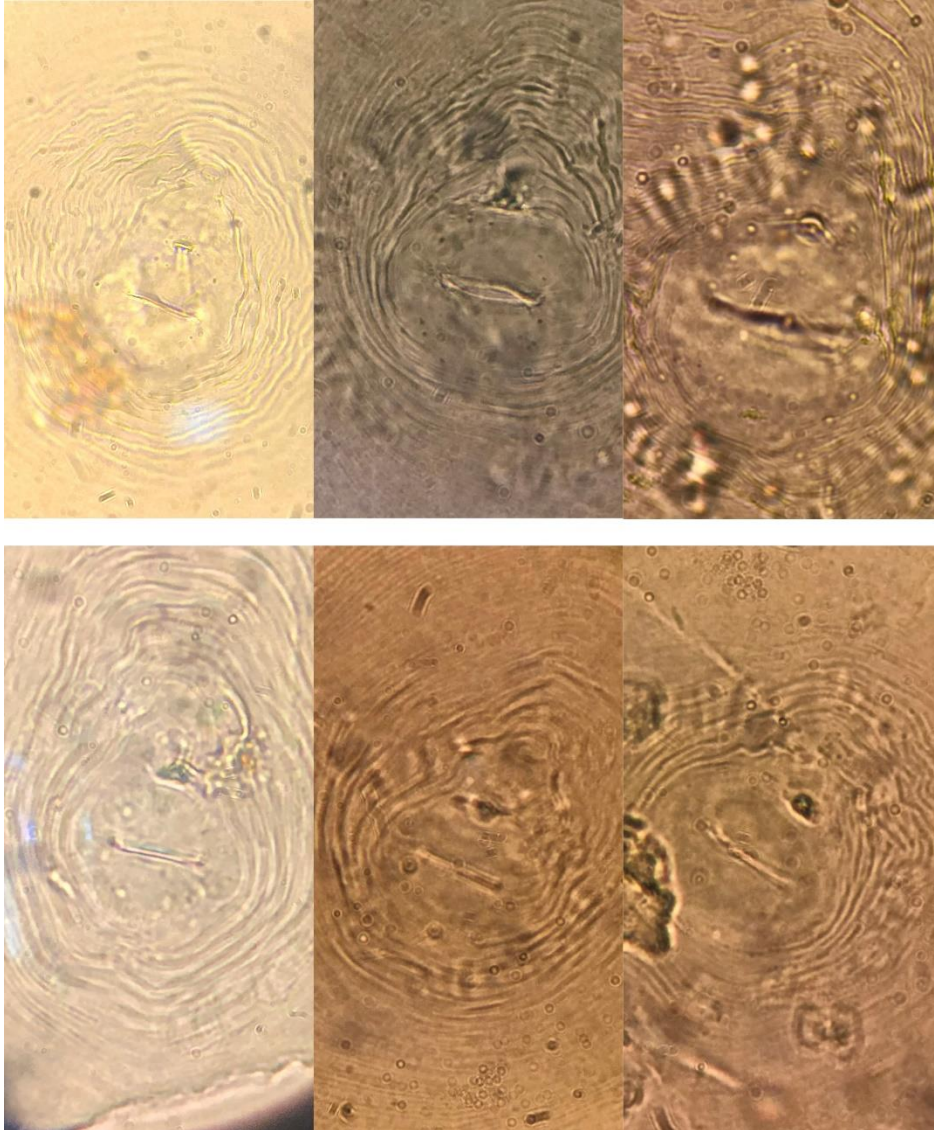


Figura 5. Cortes perineais de fêmeas encontradas na área experimental.

Com isso, prosseguiu-se com a análise bioquímica. Os géis apresentaram padrões característicos de *M. incógnita* nas quatro amostras analisadas.

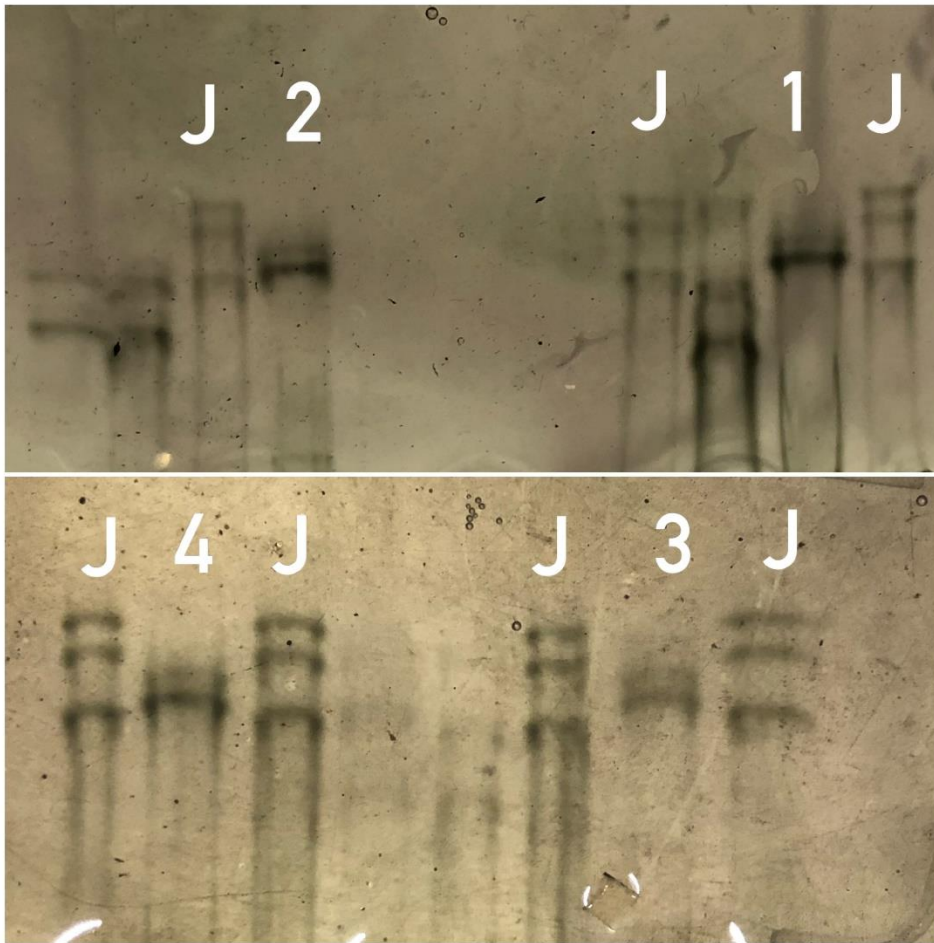


Figura 6. Géis contendo 4 amostras (1,2,3 e 4) de fêmeas da área experimental, confirmando *M. incognita*. A letra J indica bandamentos da espécie *M. javanica* (referência Est).

A figura 7 foi colocada a fim de comparar os perfis de esterase obtidos das fêmeas presentes nas amostras de campo, com os perfis de esterases que já foram descritos na literatura.

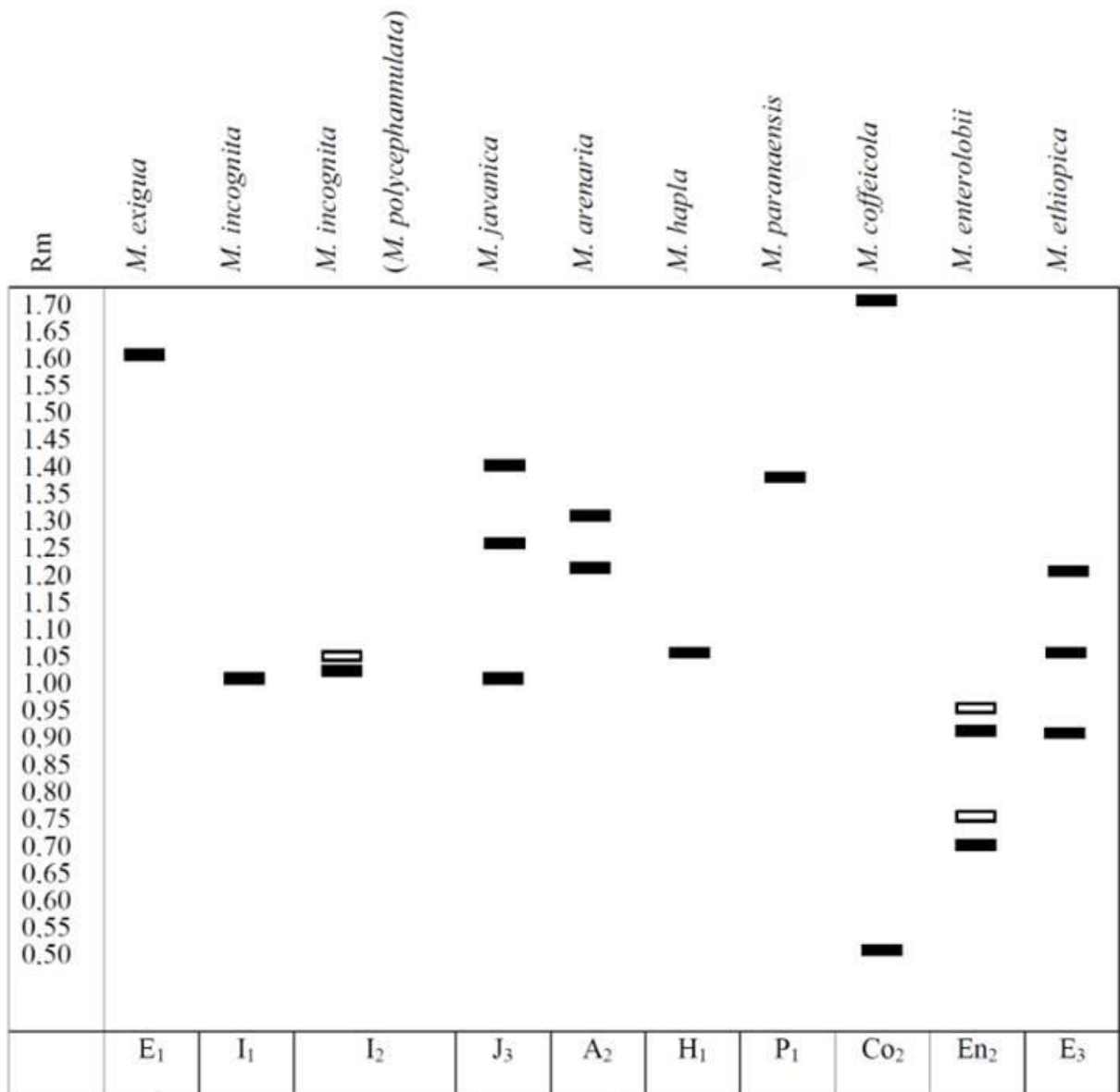


Figura 7: Perfil fenotípico de enzimas esterases das principais espécies de *Meloidiogny* relatadas no Brasil (CUNHA, 2018)

4. DISCUSSÃO

O diâmetro do caule do mamoeiro possui relação com o acúmulo de fotoassimilados pela planta, e a correlação entre ele e o número de folhas é alto, pois esse último é parte fundamental do aparato fotossintético (MELO et al, 2007). Os resultados encontrados na segunda coleta relacionam o aumento do diâmetro com o aumento da população de nematoides, mas a área foliar não se mostrou responsiva. Matos et al. (2012) não encontrou em seus estudos um modelo matemático que pudesse descrever adequadamente essa relação entre o diâmetro do caule do mamoeiro e densidades populacionais dos nematoides.

Em um estudo realizado em casa de vegetação por Ramakrishnan e Rajendran

(1998) foi observado que mudas de mamão inoculadas com *M. incognita* tiveram reduções significativas nos parâmetros de produtividade. As funções fotossintéticas e de respiração das plantas também foi afetado. E o nível populacional considerado patogênico e capaz de reduzir esses parâmetros foi de um (1) juvenil por grama de solo.

Os estudos em ambientes controlados são importantes para estabelecer as relações entre nematoide-planta, mas seus resultados muitas vezes não podem ser extrapolados para o campo, uma vez que uma das maiores barreiras no seu monitoramento é a distribuição errática e aleatória no solo. A relação cultura-nematoide esta intrinsecamente ligada com as cultivares, o ambiente, e as espécies de nematoide (BARKER, 1976).

É importante destacar que nas duas avaliações houve uma alta variabilidade na densidade populacional de nematoides, e isso mostrou um baixo efeito nas características produtivas avaliadas. Quando uma planta hospedeira permite a reprodução dos nematoides e como consequência ela sofre perdas no seu rendimento, ela é descrita como uma hospedeira susceptível. Mas quando a planta hospedeira não sofre com perdas ela é descrita como uma hospedeira tolerante (SEINHORTS,1967; HUSSAIN et al, 2016). Isso indica uma possível tolerância da cultura do mamão aos nematoides das galhas.

Quando se fala em tolerância à nematoides, estamos lidando com um fenômeno dinâmico e não estático, que depende e varia de acordo com o ambiente, o tipo de solo, umidade e temperatura, as condições nutricionais da cultura, presença e ausência de micro e macrofauna e a idade em que esse parasitismo ocorre (BARKER,1976).

Outra possível explicação para a baixa relação entre a planta e a população de nematoides pode estar ligada à quantidade de matéria orgânica do solo, favorecendo as condições físicas e biológicas do ambiente (CANESIN & CORRÊA, 2006), e às adubações químicas, que para a cultura do mamão obedece a um calendário rigoroso e de altas quantidades faz com que a planta, mesmo sob ataque, continue produzindo.

Com a análise da região perineal das fêmeas, houve dificuldades na distinção entre *M. paranaensis* e *M. incognita*, já que ambas as espécies exibem configurações com arco dorsal elevado, trapezoidal e estrias lisas a onduladas com algumas bifurcações nas linhas laterais. As duas espécies foram por anos

confundidas e *M. paranaensis* foi por alguns anos denominado *M. incognita* IAPAR (CARNEIRO *et al.*, 1996).

O uso do método morfológico é subjetivo e por isso não é seguro, o identificador precisa ser experiente e ainda sim os resultados podem ser inconclusivos (SILVA *et al.*, 2009). O diagnóstico das espécies desse gênero por muito tempo foi através da taxonomia clássica, baseada em estudos morfológicos e morfométricos, sendo passível de erros. A diagnose exata da espécie é considerada complexa, principalmente pela existência de variabilidade intraespecífica. A busca por ferramentas moleculares para auxiliar na detecção correta das espécies é uma necessidade na agricultura atual, para a implantação de um manejo mais eficaz (GONÇALVES, 2009).

Através da análise bioquímica, foi confirmada que a população da área experimental era de *M. incognita*. De acordo com Ritzinger (2000), lavoura de *Carica papaya* com presença de *M. incognita* apresentou perda em torno de 15,9% no peso médio de frutos. Nesse sentido, Santana-Gomes *et al.* (2013) afirmaram que a nutrição e irrigação balanceada das plantas podem aumentar a resistência ou a tolerância à infecção por nematoides. Do mesmo modo, Carvalho (2000) enfatiza que, além dos nutrientes, a absorção de água também apresenta relação com o peso dos frutos.

Em plantas de café arábica cv. Mundo Novo cultivadas em casa de vegetação, foi inoculada uma população de *M. incognita* (isolado Aguanil). Os resultados para esse teste foram de sintomas típicos de inchaços evoluindo para extensas áreas de rachaduras e aspecto cortiça e redução do peso fresco das raízes. Essa população se reproduziu bem em cafeeiros e com isso pode-se confirmar a patogenicidade de *M. incognita* (isolado Aguanil) em cafeeiros cv. Mundo Novo (SANTOS, 2018)

Nesse cenário, a prática do consórcio entre mamão e café se mostra preocupante, uma vez que algumas espécies de nematoides podem causar sérios danos nas lavouras, chegando a destruir até 80% do sistema radicular do cafeeiro dentro de cinco anos de plantio (BARROS *et al.*, 2014; SILVA *et al.* 2013). Nos cafezais, os danos causados pelo *Meloidogyne* variam de acordo com a espécie, a densidade populacional e a susceptibilidade da cultivar hospedeira (SALGADO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2006). Esse problema só reforça a importância da qualidade fitossanitária da muda tanto de café quanto de mamão para que o consórcio seja de alta produção, além disso, comprova a necessidade de um monitoramento

fitossanitário eficiente das lavouras.

5. CONCLUSÃO

A população de nematoide apresentou um moderado à baixo efeito nas características avaliadas.

O manejo consorciado do mamoeiro com o cafeeiro pode ter efeito negativo à longo prazo caso a fitossanidade da lavoura não seja controlada.

O mamoeiro cultivar 'Aliança' mostrou uma tendência tolerante ao ataque de nematoides do gênero *Meloidogyne*, porém, mais estudos devem ser desenvolvidos em ambientes protegidos acompanhando toda a fase de desenvolvimento e produtividade da cultura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711– 728, 2013

Barker, K. R.; Olthof, Th HA. Relationships between nematode population densities and crop responses. **Annual Review of Phytopathology**, v. 14, n. 1, p. 327-353, 1976.

Barros AF, Oliveira RDL, Lima IM, Coutinho RR, Ferreira AO, Costa A (2014). Root-knot nematodes, a growing problem for Conilon coffee in Espírito Santo state, **Brazil. Crop Prot.** 55:74-79.

BARROS, A. F. et al. Meloidogyne paranaensis attacking coffee trees in Espírito Santo State, Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 6, n. 1, p. 43-45, 2011.

CANESIN, R. C. F. S.; Corrêa, L. S. Uso de esterco associado à adubação mineral na produção de mudas de mamoeiro (Carica papaya L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.481-486, 2006. . 22 Ago. 2011. doi:10.1590/ S0100-29452006000300031.

CARNEIRO, R G; ALMEIDA, M R A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 35-44, 2001.

CARNEIRO, R. M. D. G. et al. Enzyme phenotypes of Brazilian populations of Meloidogyne spp. **Fundamental and applied Nematology**, v. 19, n. 6, p. 555-560, 1996.

CARVALHO, A.; MARTINS, D.; MONNERAT, P.; BERNARDO, S. Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. I. Produtividade e qualidade dos frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1101-1108, 2000.

COOLEN, W.A. & C.J. D'HERDE. A Method for the Quantitative Extration of Nematodes from Plant Tissue. **State Agricultural Reserch Center**, Gent, p. 77. 1972.

CUNHA, Tiago Garcia da et al. Diagnostic methods for identification of root-knot nematodes species from Brazil. **Ciência Rural**, v. 48, 2018.

DAVIS, Baruch J. Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins. Ann. **NY Acad. Sci**, v. 121, n. 2, p. 404-427, 1964.

DOUSSEAU, S. et al. Melhoramento genético de mamão (Carica papaya L.) no Brasil, México e nas Ilhas Canárias, Espanha. 2018.

EISENBACK, J. D., HIRSCHMANN, H., Sasser, J.N., and TRIANTAPHYLLOU, A.C. 1981. A Guide to the Four Most Common Species of Root-Knot Nematodes (Meloidogyne spp.), with a Pictorial Key. North Carolina State University, Raleigh, 1981.

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of United Nations. Productio. Crops Primary. 2016. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 25/09/2021

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of United Nations. Productio. Crops Primary. 2018. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 25/09/2021

FERREIRA, Sindynara et al. Genetic control of resistance to *Meloidogyne incognita* race 1 in the Brazilian common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Aporé. *Euphytica*, v. 186, n. 3, p. 867-873, 2012

GONÇALVES, Rivaldalve Coelho. *Biologia molecular aplicada à diagnose de doenças de plantas. Embrapa Acre-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)*, v. 45, 2009.

HOLANDA, Antonia Fabiana Pinto de. Hospedabilidade de pitaia ao nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.). 51 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

HUNT, D. J.; HANDOO, Z. A. Taxonomy, identification and principal species. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. R. (Ed.). *Root-knot Nematodes*. Cambridge: **CABI International**, 2009. p. 55-88.

HUSSAIN, Muhammad Arshad; MUKHTAR, Tariq; KAYANI, Muhammad Zameer. Reproduction of *Meloidogyne incognita* on resistant and susceptible okra cultivars. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 53, n. 2, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 4 Abr. 2021.

J. Eisenback: EISENBACK, J. D.; SASSER, J.; CARTER, C. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). **An advanced treatise on Meloidogyne**, v. 1, p. 95-112, 1985.

LOPES, E. A.; FERRAZ, S. Importância dos fitonematoides na agricultura. In: OLIVEIRA, C. M. G.; SANTOS, M. A.; CASTRO, L. H. S. (Org.). *Diagnose de fitonematoides*. Campinas: Millennium, 2016. v. 1, p. 14.

MACHADO, A.C.Z. 2015. Ataques de nematoides custam R\$ 35 bilhões ao agronegócio brasileiro. **Revista Agrícola**. Disponível em: Acesso em: 20/09/2021

MARIN, S. L. D.; MARTELLETO, L. A. P.; YAMANISHI, O. K.; VASCONCELLOS, M. A. S. Aliança Rb 001-4: uma nova variedade de mamão Solo para a região norte do estado do Espírito Santo. In: **SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO**, 5., Porto Seguro, 2011, Anais..., Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade, 2011.

MATOS, D. S. S., PEDROSA, E. M. R., MICHEREFF, S. J., PEIXOTO, J. S., MEDEIROS, J. E., BARROS, P. A. Nematofauna associada ao cultivo comercial de mamoeiro no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** [en linea]. 2012, 7(4), 614-619[Consulta em 04 de Maio de 2021]. ISSN: 1981-1160.

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119024993013>

MELO, A. S.; COSTA, C. X.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A.; SILVA JÚNIOR, C. D. Produção de mudas de mamoeiro em diferentes substratos e doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 4, p. 257-261, 2007.

MOURA, R. M. O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte I. In: **Revisão Anual de Proteção de Plantas**. v. 4, p. 209-245. 1996.

OLIVEIRA, C. M. Quantificação e caracterização morfológica e molecular de populações de *Meloidogyne* spp. de regiões produtoras de soja do Brasil. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitossanidade), Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2015.

ORNSTEIN, Leonard. Disc electrophoresis. I. Background and theory. **Ann. NY Acad. Sci**, v. 121, n. 2, p. 321-349, 1964.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

RAMAKRISHNAN, S.; RAJENDRAN, G. Influence of *Meloidogyne incognita* on yield components and physiological functions of papaya. **Nematologia Mediterranea**, v. 26, p. 225-228, 1998.

Randle M., Tennant P. (2021) Transgenic Papaya. Em: Kavi Kishor PB, Rajam MV, Pullaiah T. (eds) *Genetically Modified Crops*. Springer, Cingapura.

RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, J. da S. Mamão: fitossanidade. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

Salgado SML, Guimarães NMRB, Botelho CE, Tassone GAT, Marcelo AL, Souza SR, Oliveira RDL, Ferreira DF (2015). *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne exigua* em lavouras cafeeiras na região sul de Minas Gerais. **Coffee Sci**. 10(4):475-481.

Santana-Gomes SM, Dias-Arieira CR, Roldi M, Dadazio TS, Marini PM, Barizão DAO. Nutrição mineral no controle de nematóides . *Afr J Agric Res* . 2013; 8 : 2413–2420.

SANTOS, L. N. S. et al. Damage quantification and reaction of bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) to *Meloidogyne incognita* race 3 and *M. javanica*. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 1, p. 24-29, 2012

SANTOS, Marcilene FA et al. *Meloidogyne incognita* parasitizing coffee plants in southern Minas Gerais, Brazil. **Tropical plant pathology**, v. 43, n. 1, p. 95-98, 2018.

SEINHORST, J.W. 1967. The relationship between population increase and population density in plant parasitic nematodes. 3. Definitions of the terms host, host-status and resistance. 4. The influence of external conditions on the regulation of

population density. **Nematologica** 13:429-442.

Silva RV, Oliveira RDL, Pereira AA, Seni DJ (2006). Otimização da produção de inóculo de *Meloidogyne exigua* em mudas de cafeeiro. **Nematol. Bras.** 30:229-238.

Silva RV, Oliveira RD, Oliveira OS, Ferreira AO, Rodrigues FA (2013). Defense responses to *Meloidogyne exigua* in resistant coffee cultivar and non-host plant. **Trop. Plant Pathol.** 38(2):114-121.

SILVA, Rodrigo V.; OLIVEIRA, Rosângela DL; ZAMBOLIM, Laércio. Primeiro relato de ocorrência de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro no estado de Goiás. **Nematologia Brasileira**, v. 33, p. 187-190, 2009.

TAYLOR, D.P. & C. NETSCHER. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. **Nematologica**, 20 (2): 268-269.

Ye, W., Robbins, R. T., & Kirkpatrick, T. (2019). Molecular characterization of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) from Arkansas, USA. **Scientific Reports**, 9(1). doi:10.1038/s41598-019-52118-4