

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

PAULA ABIKO NAVARRO CARRION

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO MAMOEIRO
'ALIANÇA' A *M. incognita* E *M. javanica***

**São Mateus – ES
Fevereiro de 2023**

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

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO MAMOEIRO
'ALIANÇA' A *M. incognita* E *M. javanica***

PAULA ABIKO NAVARRO CARRION

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

Fevereiro de 2023

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

C316a Carrion, Paula Abiko Navarro, 1997-
Avaliação da resistência do mamoeiro 'Aliança' a
Meloidogyne incognita e M. javanica / Paula Abiko Navarro
Carrion. - 2023.
41 f. : il.

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

1. Meloidogyne incognita. 2. Meloidogyne javanica. 3.
Carica papaya. I. da Silva, Marcelo Barreto. II. Schmidt,
Edilson Romais. III. Universidade Federal do Espírito Santo.
Centro Universitário Norte do Espírito Santo. IV. Título.

CDU: 63

PAULA ABIKO NAVARRO CARRION

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO MAMOEIRO 'ALIANÇA' A
Meloidogyne incognita E M. javanica**

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 16 de fevereiro de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA

~~Edney Leandro da Vitória~~
Prof. Dr. Edney Leandro da Vitória
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

~~Edilson Romais Schmildt~~
Prof. Dr. Edilson Romais Schmildt
Universidade Federal do Espírito Santo

~~Thiago de Freitas Ferreira~~
Prof. Dr. Thiago de Freitas Ferreira
Universidade Federal de Viçosa



"Tudo aquilo que você faz com amor e dedicação, terá com certeza um belíssimo resultado, porque ali, você depositou um pedacinho de si mesmo."

Célia Cristina Prado

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela vida que me foi concedida, por todas as bênçãos sobre mim e por toda força e motivação ao longo dessa caminhada.

Agradeço à minha família, em especial ao meu pai, Nélio e Cristina, e minha irmã Carolina por todo o apoio, incentivo e suporte dado em todos os momentos da minha vida, e agora, em especial, durante o mestrado. À Nem, minha segunda mãe, por todos os conselhos e acolhimento. Obrigada por sempre acreditarem em mim, amo vocês.

Ao meu namorado Luís Eduardo por ser meu companheiro, me ajudar, me ouvir, me incentivar e sempre estar presente em todos os momentos.

Aos amigos com quem morei uma boa parte do mestrado, José Neto, Vinícius, Mariana e Thaís, obrigada por me acolherem como família, por me ajudarem no experimento, e por dividirmos tantos momentos.

Aos amigos que fiz durante a graduação e estiveram presentes também nesta etapa, Danni, Winy e Felipe.

Às minhas amigas Giulia e Vitória por toda amizade ao longo desses anos.

A todo pessoal da fazenda experimental por todo suporte, em especial, Alex, Gleison, Renan, Manoel, Carmina, Marcelo, Mazão, Edson, Ezequiel, Ricardo e ao Professor Robson Bonomo.

Aos amigos do RU Thales, Ana Gabriela, Laylla, Marianna.

Aos professores Marcelo Barreto e Edilson Schmidt pela orientação.

Ao Edilson e ao Thiago, por aceitarem fazer parte desta banca.

A todos que em alguma etapa deste longo trabalho puderam de alguma forma me ajudar, Ana Gabriela, Francine, Bernardo, Leonan, Breno, João Guilherme, Letícia, Dani, Ester, Francisco, Rafael, Tatielle, Rafaela, Luan.

À UFES, ao LAF, ao PPGAT, à CAPES, à FACEV, à FAPES, à biosanto e à TimacAgro pelos recursos e materiais disponibilizados para a realização deste trabalho.

Em especial, ao Neto, ao Helder, ao Thales e à Danni, além da amizade foram as pessoas que mais estiveram envolvidas e que muito me ajudaram na condução e nas atividades deste experimento.

Agradeço a todos que me apoiaram, me ajudaram, me ouviram e que de alguma forma estiveram presentes na minha vida ao longo desta importante etapa, sem vocês nada disso seria possível, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 A CULTURA DO MAMOEIRO.....	9
2.2 O GÊNERO <i>Meloidogyne</i> NA CULTURA DO MAMOEIRO	10
2.3 FATOR DE REPRODUÇÃO DE NEMATOIDES.....	12
2.4 INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA E NUTRIÇÃO MINERAL.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 EXPERIMENTO 1	14
3.1.1 Obtenção das mudas.....	14
3.1.2 Obtenção e Calibração do inóculo	16
3.1.3 Inoculação	16
3.1.4 Tratos culturais	17
3.1.5 Variáveis estudadas.....	17
3.1.6 Análises estatísticas	19
3.2 EXPERIMENTO 2.....	19
3.2.1 Obtenção das mudas.....	19
3.2.2 Obtenção e Calibração do inóculo	20
3.2.3 Inoculação	20
3.2.4 Tratos culturais	20
3.2.5 Variáveis estudadas.....	21
3.2.6 Análises estatísticas	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6. CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

RESUMO

CARRION, Paula Abiko Navarro. Universidade Federal do Espírito Santo; fevereiro de 2022. **Avaliação da resistência do mamoeiro 'Aliança' a *M. Incognita* e *M. Javanica*.** Orientador: Marcelo Barreto da Silva.

O mamoeiro é bastante importante para a fruticultura nacional, com destaque para economia regional, tendo o Espírito Santo como maior produtor. A ocorrência de nematoides na cultura já foi relatada, no entanto, seus impactos em produção ainda não foram devidamente quantificados. Objetivou-se neste trabalho avaliar a resistência de *Carica papaya* L. 'Aliança' às espécies *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* e o desenvolvimento das plantas sob o efeito de dois tipos de adubação diante da reprodução destes patógenos. Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação, o primeiro em blocos casualizados, com seis tratamentos, duas repetições e esquema fatorial 3x2, até a fase de produção. No segundo, para avaliação em mudas empregou-se delineamento inteiramente casualizado, três tratamentos e 14 repetições. O crescimento vegetativo das plantas foi avaliado por medições periódicas da altura de plantas, número de folhas, diâmetro do caule e número de flores e frutos (quando presentes). Ao final, mensurou-se a massa de parte aérea e raízes frescas, comprimento de raiz (apenas no segundo experimento), bem como a população final de nematoides na raiz e no solo e o fator de reprodução para cada espécie. As análises de variância e o teste de Tukey a 5% foram realizados no software R. O mamoeiro 'Aliança', segundo os critérios de Oostenbrink, foi considerado suscetível, na fase adulta, e resistente em mudas. Apesar de hospedeiro desses patógenos, ao nível populacional obtido, as variáveis de crescimento e produção não foram afetadas, indicando uma tolerância do 'Aliança' à presença destes nematoides. Quanto às adubações empregadas, aquela que continha extrato de alga em sua composição mostrou-se efetiva em reduzir o fator de reprodução para as duas espécies estudadas.

Palavras-chave: Nematoides-das-galhas. *Carica papaya*. Danos. Epidemiologia. Manejo.

ABSTRACT

CARRION, Paula Abiko Navarro. Universidade Federal do Espírito Santo; fevereiro de 2022. **Evaluation of papaya 'Aliança' resistance to *M. Incognita* and *M. Javanica*.**
Orientador: Marcelo Barreto da Silva.

The papaya tree is very important for national fruit growing, especially for the regional economy, with Espírito Santo as the largest producer. The occurrence of nematodes in the crop has already been reported, however, their impacts on production have not yet been properly quantified. The objective of this work was to evaluate the resistance of *Carica papaya* L. 'Aliança' to the species *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* and the development of plants under the effect of two types of fertilization before the reproduction of these pathogens. Two experiments were carried out in a greenhouse, the first in randomized blocks, with six treatments, two replications and a 3x2 factorial scheme, until the production phase. In the second, to evaluate seedlings, a completely randomized design was used, with three treatments and 14 replications. The vegetative growth of the plants was evaluated by periodic measurements of plant height, number of leaves, stem diameter and number of flowers and fruits (when present). At the end, the mass of shoots and fresh roots, root length (only in the second experiment), as well as the final population of nematodes in the root and soil and the reproduction factor for each species were measured. Analyzes of variance and Tukey's test at 5% were performed using the R software. Papaya 'Aliança', according to Oostenbrink's criteria, was considered susceptible in adulthood and resistant in seedlings. Despite being a host of these pathogens, at the population level obtained, the growth and production variables were not affected, indicating that 'Aliança' is tolerant to the presence of these nematodes. As for the fertilizers used, the one that contained seaweed extract in its composition proved to be effective in reducing the reproduction factor for the two studied species.

Keywords: Root-knot nematodes. *Carica papaya*. Damage. Epidemiology. Management.

1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma espécie tropical, com grande importância para a fruticultura nacional. Economicamente, o Brasil é destaque como um dos principais produtores e exportadores mundiais de mamão (FAO, 2020; IBGE, 2021). Além da finalidade alimentícia, o interesse sobre suas aplicações industriais, farmacológicas e medicinais é crescente, com destaque para a utilização da enzima papaína nesses setores (CARVALHO *et al.*, 2020; SERAFINI *et al.*, 2021).

Ainda que o cultivo de mamão ocupe uma pequena área plantada, quando comparado a outras culturas, com a utilização de boas práticas agrícolas, sua rentabilidade tende a ser atrativa e viável, tornando-se uma opção para pequenos e médios produtores (LUCENA *et al.*, 2021). Para estados como Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte e Espírito Santo, a fruta tem ainda mais importância. O ES em 2021, de acordo com o IBGE, produziu 439.550 toneladas, colheu uma área de 7.247 hectares e atingiu um rendimento médio de 60.653 kg.ha⁻¹, se destacando como maior produtor.

Atualmente, estão registradas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) 62 cultivares comerciais de mamão (BRASIL, 2022). A 'Aliança', do grupo Solo, foi selecionada em 2010, visando as condições de cultivo da região Norte/Noroeste do Espírito Santo, o que contribuiu com a expansão do seu plantio (MARIN, ARANTES e LEDO, 2018). Contudo, por ser relativamente nova, ainda não se tem estudos sobre nematoides nesta variedade.

Os nematoides parasitas de plantas ocasionam perdas estimadas que ultrapassam US\$100 bilhões ao ano para a agricultura global (PHANI, KHAN e DUTTA, 2021; WATSON, STRAUSS e DESAEGER, 2020). Muitos agricultores/produtores reconhecem insetos-pragas e outros fatores como obstáculos para produção, porém ainda negligenciam os fitonematoides (SINGH, SINGH e SINGH, 2015). Os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) são endoparasitas sedentários obrigatórios, com uma alta capacidade reprodutiva e uma ampla gama de hospedeiros, fazendo com que este gênero seja considerado um dos mais relevantes e cosmopolitas (CHITWOOD *et al.*, 2009).

Meloidogyne incognita é considerada a espécie mais prejudicial economicamente para a agricultura (XIANG, LAWRENCE e DONALD, 2018). *M. incognita* e *M. javanica* encontram-se copiosamente distribuídas em regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo (YIGEZU WENDIMU, 2021; MUKHTAR, TARIQ-

KHAN e ASLAM, 2021), sendo capazes de parasitar quase todas as culturas (MUKHTAR e HUSSAIN, 2019; RICH *et al.*, 2009). Inclusive no mamoeiro, a ocorrência de nematoides das galhas em território brasileiro já foi relatada (RITZINGER e SOUZA, 2000).

O manejo de fitonematoides pode ser químico, biológico, cultural e a integração entre eles. Dentro do manejo cultural, uma prática essencial para qualquer cultivo comercial é a adubação, a qual, além de cumprir sua função principal, o fornecimento de nutrientes, já existem estudos que mostram que fertilizantes no solo liberam substâncias que podem agir sobre os nematoides, ou até mesmo induzir resistência à doença pela própria planta (DA SILVA *et al.*, 2006; SHAO *et al.*, 2017; VARGA *et al.*, 2019; ZAMBOLIM e VENTURA, 2016).

Adicionalmente à adubação, uma alternativa empregada no manejo de doenças em plantas tem sido biofertilizantes contendo extratos de algas, compostos bioativos que podem promover crescimento da planta, induzir resistência a estresses bióticos e abióticos, aumentar a ciclagem e disponibilização de nutrientes do solo. Pesquisas recentes relataram atividade nematostática e nematicida de alguns extratos de algas marinhas (WILLIAMS *et al.*, 2021; VERONICO e MELILLO, 2021; D'ADDABBO *et al.*, 2019).

Considerando a escassez de estudos sobre nematoides na cultura do mamoeiro, principalmente com a variedade Aliança, além dos impactos de *Meloidogyne* spp. no consórcio mamoeiro x café Conilon, objetivou-se avaliar a resistência de *Carica papaya* L. 'Aliança' às espécies *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em casa de vegetação, em mudas e em plantas adultas até a fase inicial de produção, além de comparar o desenvolvimento do mamoeiro sob o efeito de adubações de plantio diante da reprodução destes patógenos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO MAMOEIRO

O mamão é um fruto cultivado em regiões tipicamente tropicais, com centro de origem mais provável o Noroeste da América do Sul (SANTANA e OLIVEIRA, 2022). A espécie mais cultivada e de valor comercial é *Carica papaya* L., planta de caule herbáceo e lactescente, ocorrem três tipos de flores: a pistilada ou feminina típica; a flor estaminada ou masculina típica; e as hermafroditas (WADEKAR *et al.*, 2021). Estas originam os frutos de interesse comercial, do tipo baga, alongados, com forma, peso, coloração e sabor variáveis, características que separam o mamoeiro em dois grupos: Solo e Formosa (DA SILVA *et al.*, 2021).

O mamão é um alimento de baixa caloria, rico em vitaminas e minerais, com grande valor nutricional (SINGH e RAO, 2011), contém vitamina C, provitamina A, carotenoides, vitamina B, licopeno, fibra, potássio e cálcio (YOGIRAJ *et al.*, 2014). Os frutos são de baixa acidez na polpa, com sabor agradável, amplamente indicados para problemas gastrointestinais, tanto para regulação como laxante, quanto contra indigestão, além disso, previne ataques cardíacos, derrame, formação de tumores entre outras propriedades medicinais (DOTTO e ABIHUDI, 2021; WADEKAR *et al.*, 2021).

Além da sua utilização na forma *in natura*, para consumo do fruto maduro, ou em sobremesas e saladas de frutas, pode ser processado em sorvetes, polpas, geleias, néctares, conservas e frutas secas. As folhas e flores também são empregadas na culinária asiática. Delas é extraída a papaína, uma enzima proteolítica, com diversos usos comerciais, na indústria farmacêutica, médica, de alimentos, de cosméticos e têxtil (SINGH e RAO, 2011).

O Brasil é destaque no cenário internacional como terceiro maior produtor de frutas (VIDAL, 2021), dentre elas o mamão é relevante em termos de consumo interno, sendo a quarta fruta mais consumida pelos brasileiros, bem como em produção, uma vez que o Brasil ocupa a terceira posição no *ranking* mundial como produtor, atrás somente de Índia e República Dominicana (FAO, 2020).

O país possui uma vantagem competitiva frente ao mercado internacional, uma vez que ao longo do ano sua produção é ininterrupta, possibilitando uma oferta regular do produto, no entanto, em termos de comercialização encontra-se geograficamente mais distante dos principais mercados consumidores, Estados Unidos e União Europeia (LUCENA *et al.*, 2021).

Em 2021, segundo o IBGE, a produção nacional foi de 1.256.703 toneladas de mamão, em uma área colhida de 28.495 hectares, atingindo um rendimento médio de 44.103 kg/ha e valor de produção estimado em R\$1.407.631.000,00. A nível nacional, o estado do Espírito Santo é o maior produtor, com 439.550 toneladas produzidas neste mesmo ano, com destaque para a região norte do estado, onde estão localizados os municípios de Pinheiros, Pedro Canário, Linhares, Montanha, São Mateus, Sooretama e Jaguaré que constituem o maior polo produtor do Brasil.

Diante desses números, fica evidente a importância econômica e social com a geração de empregos e renda para o setor agrícola, principalmente a nível regional. O aumento de produtividade da cultura, ao longo dos anos, está relacionado com os investimentos visando um desenvolvimento tecnológico da cadeia produtiva, com melhoramento genético de variedades lançadas, uso de irrigação, fertilização, controle de pragas e doenças, além de tratamentos e beneficiamento pós-colheita (COSTA e MARTINS, 2015).

Em 2010, para as condições de cultivo das regiões norte e noroeste do ES, foi selecionada a variedade Aliança pela empresa Rubisco – Genética em Papaya (MARIN, ARANTES e LEDO, 2018). A variedade já atinge cerca de 40% da área plantada no estado. Pertence ao grupo Solo e possui grande aceitação tanto para o mercado interno quanto para o de exportação (SILVA *et al.*, 2022).

Ainda na região, uma prática frequentemente utilizada é o plantio em consórcio temporário entre mamoeiro e cafeeiro Conilon, que tem como vantagens ganho de tempo na sucessão das culturas, economia de recursos, como água, energia, tratamentos culturais, fertilizantes, proteção contra o vento e fornece sombra no início do estabelecimento do café, além de promover uma diversificação na fonte de renda do produtor (ZUFFO, 2019).

2.2 O GÊNERO *Meloidogyne* NA CULTURA DO MAMOEIRO

O mamoeiro pode ser acometido por diversos patógenos ou pela interação entre eles, como fungos, bactérias, vírus e nematoides (PERAZA-PADILLA, 2021). A presença desses patógenos aliada a problemas como desequilíbrio nutricional e estresses ambientais podem ocasionar doenças, as quais reduzem o potencial produtivo da cultura (COSTA e MARTINS, 2015). O parasitismo por nematoides na cultura do mamão ainda é pouco estudado, embora já existam relatos de mais de 35 espécies de fitonematoides associados à rizosfera do mamoeiro (BARBOSA, 2022).

De acordo com Dias-Arieira *et al.* (2008), nos cultivos de mamoeiro de todo o mundo, os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) e os nematoides reniformes (*Rotylenchulus* spp.) são os mais comuns, sendo o primeiro gênero mais agressivo. Dentre eles, as espécies relatadas são *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* e *M. javanica*. Estudos conduzidos por Matos *et al.* (2012) identificaram a nematofauna associada a cultivo comercial de mamoeiro no estado da Paraíba, encontrando *Rotylenchulus* spp. e *Meloidogyne* spp. como fitonematoides predominantes.

Os nematoides são organismos, cuja estrutura do corpo, de maneira geral, é relativamente simples, sem membros, com formato cilíndrico e alongado (BERNARD; EGNIN; BONSI, 2017). Podem sobreviver em ambientes diversos, desde que neles haja umidade suficiente. Quanto ao hábito alimentar, podem ser de vida livre, zooparasitas ou fitoparasitas, estes por sua vez, representam cerca de 15% das espécies descritas no filo Nematoda (FERRAZ e BROWN, 2016).

Nematoides do gênero *Meloidogyne* são parasitas obrigatórios que promovem alterações morfológicas das raízes de seus hospedeiros, a partir do seu estabelecimento no cilindro vascular, onde ocorre a formação de sítios de alimentação (sincício). Através do estilete, o nematoide injeta secreções que ocasionam hiperplasia local e hipertrofia das células, as quais resultam em um “engrossamento” da raiz, originando as galhas. Por danificar o sistema vascular, interfere na absorção de água e nutrientes, que resultam em sintomas reflexos, como deficiência nutricional, subdesenvolvimento, murcha, redução de produtividade entre outros (RALMI, KHANDAKER e MAT, 2016).

Os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) possuem uma enorme variedade de hospedeiros, são os fitoparasitas mais encontrados em todo o mundo, e também são considerados de maior importância econômica (RALMI; KHANDAKER; MAT, 2016; BERNARD; EGNIN; BONSI, 2017). Registros de *Meloidogyne* spp. em cultivos de mamoeiro já foram reportados na Costa Rica (PERAZA-PADILLA, 2021), Colômbia (ESPINOSA *et al.*, 2004), México (MARTÍNEZ GALLARDO *et al.*, 2013), Austrália (PERERA *et al.*, 2008), Itália (INSERRA; CARTIA, 1977), Índia (RAMAKRISHNAN; RAJENDRAN, 1998), Venezuela (BUSTILLO *et al.*, 2000), Bangladesh (PRADHAN *et al.*, 2012) e Brasil (CHAFUL; DE'ARC, 1994).

Além de ser encontrado no mamoeiro, *M. incognita* é uma espécie bastante relevante para a cafeicultura. Variedades suscetíveis podem ter seu desenvolvimento comprometido pelo parasitismo desse nematoide (ZINGER *et al.*, 2020). Com a

ocorrência cada vez maior no estado do Espírito Santo (BARROS *et al.*, 2014), a prática de consórcio com o mamão se torna preocupante, uma vez que para o mamoeiro não há legislação para o controle de nematoides em mudas, como é praticado na cultura do cafeeiro, deste modo a muda de mamão pode ser uma potencial fonte de inoculo para as lavouras em consórcio.

2.3 FATOR DE REPRODUÇÃO DE NEMATOIDES

O fator de reprodução (FR) é um critério proposto por Oostenbrink em 1966, baseado na reprodução dos fitonematoides. Para obtenção do valor de FR, faz-se a razão entre a população final (Pf) e a população inicial (Pi), conhecida e inoculada em determinado recipiente, onde o hospedeiro em avaliação é cultivado por um período de tempo pré-determinado, geralmente, em ambiente protegido e condições controladas.

Por definição, a reação das plantas segundo Oostenbrink (1966) é dada por resistente aos materiais que alcancem valor de FR inferior a 1,0 e não resistentes (ou suscetíveis), àqueles com FR maior ou igual a 1,0. Essa classificação é aplicada mundialmente para avaliar a resistência de genótipos de plantas cultivadas aos fitonematoides, uma vez que esta característica é uma entre muitas buscada por melhoristas e pesquisadores (FERRAZ e BROWN, 2016).

Culturas de interesse econômico para a região já foram classificadas como suscetíveis aos nematoides das galhas, como o cafeeiro, a goiabeira, a cana-de-açúcar, a pimenta-do-reino e o cacauero (ZINGER *et al.*, 2020; CAVALCANTI JUNIOR *et al.*, 2021; DIAS-ARIEIRA *et al.*, 2010; SHARMA *et al.*, 2004; NGUYỄN *et al.*, 2020; OKENIYI, M. O. *et al.*, 2009). Trabalhos realizados em outros países classificaram o mamoeiro como suscetível a *M. incognita* (REDDY *et al.*, 1988; SINGH e NATH, 1996; ROSALES e SUAREZ, 2001), no entanto, não foi encontrado nenhum trabalho utilizando a variedade 'Aliança', e nenhum trabalho que tenha avaliado a cultura em ambiente protegido até a fase de obtenção de frutos.

2.4 INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA E NUTRIÇÃO MINERAL

Para combater uma diversidade de patógenos presentes no ambiente, o uso exacerbado de produtos químicos desencadeou diversos problemas, como riscos à saúde e à segurança ambiental, tornando fundamental a busca por controle alternativo para esses produtos na agricultura (SHARMA e SINGHVI, 2017).

Como controles alternativos, o investimento em uma melhor nutrição mineral e o processo de indução de resistência das plantas têm sido empregados. Os nutrientes prioritariamente são destinados ao crescimento e produção da planta, no entanto, a nutrição pode ter efeitos secundários no metabolismo vegetal induzindo mudanças no padrão, que podem aumentar ou diminuir a resistência ou tolerância contra doenças e pragas (HUBER, RÖMHELD e WEINMANN, 2012). Deste modo, a nutrição balanceada contribui para o sistema de defesa da planta, trabalhos realizados por Zambolim e Ventura (2012) mostraram que o fósforo (P) pode proporcionar maior resistência das plantas a nematoides.

As plantas possuem mecanismos próprios de defesa, elas podem ser induzidas por componentes de patógenos, como proteínas, quitosana, quitina, etc. conhecidos como elicitores (NANDA *et al.*, 2021). Os elicitores podem ter origem patogênica e não patogênica, e desencadeiam respostas imunes nas plantas (PRŠIĆ e ONGENA, 2020). Compostos produzidos, por exemplo, por algas marinhas podem atuar como elicitores, atuando de forma semelhante às moléculas de padrões moleculares associados a patógenos (PAMP) e, assim, desencadeiam respostas imunes nas plantas (MUKHERJEE e PATEL, 2020).

Lee *et al.* (2018) investigaram e caracterizaram o efeito de três peptídeos elicitores de plantas (GmPep1, GmPep2 e GmPep3) contra o nematoide das galhas (*M. incognita*) e o nematoide de cisto (*Heterodera glycines*) na cultura da soja, verificando que todos os tratamentos reduziram significativamente a reprodução das duas espécies. Zhang e Gleason (2020) desenvolveram o *Bacillus subtilis* para secretar o peptídeo elicitador StPep1 contra *M. chitwoodi* na cultura da batata, e ao final concluíram que a secreção bacteriana é uma estratégia eficaz para a proteção de plantas.

A combinação entre extrato de algas marinhas com os fertilizantes já é uma tecnologia disponível e promissora no mercado, também conhecidos como fertilizantes bioativos, além de atuarem no fornecimento de nutrientes, têm sido empregados como condicionantes de solo e protetores de plantas contra estresses bióticos e abióticos (KHAN *et al.*, 2009; SHUKLA *et al.*, 2019; PEDRO *et al.*, 2022; DE MEDEIROS, BAVIA e SEIXAS, 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES, campus São Mateus), com localização 18°42'58"S, 39°51'21"W, a 36 m de altitude, onde foi avaliado o crescimento do mamoeiro (*Carica papaya* L., 'Aliança') inoculado com as espécies *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. O clima da região é do tipo Aw, quente e úmido, com estação seca no outono-inverno e estação chuvosa na primavera-verão, segundo à classificação de Köppen (KOTTEK *et al.*, 2006).

Foram realizados dois experimentos, o primeiro avaliou o fator de reprodução até o início da produção em plantas adultas. O segundo ensaio avaliou o fator de reprodução em mudas.

3.1 EXPERIMENTO 1

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 3x2. O primeiro fator foi "nematóide" e o segundo fator o tipo de adubação de cova, resultando em seis tratamentos, com duas repetições, e quatro plantas por parcela, totalizando 48 plantas. Os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos do Experimento 1.

Tratamento	Fator Nematóide	Fator Adubação
Tratamento 1	Ausência de nematóide	Adubo convencional
Tratamento 2	Ausência de nematóide	Adubo tecnológico
Tratamento 3	<i>M. incognita</i>	Adubo convencional
Tratamento 4	<i>M. incognita</i>	Adubo tecnológico
Tratamento 5	<i>M. javanica</i>	Adubo convencional
Tratamento 6	<i>M. javanica</i>	Adubo tecnológico

3.1.1 Obtenção das mudas

A semeadura foi realizada em bandeja de tubetes de polipropileno atóxico de cor preta, colocando-se três sementes por tubete, preenchidos com o substrato comercial Bioplant®, previamente esterilizados em autoclave a 121°C por 50 minutos. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação com regas diárias. Após a germinação das sementes, ao atingirem cerca de 3 cm de altura (Figura 1) foi realizado o desbaste, mantendo apenas uma plântula por tubete (Figura 2A).



Figura 1. Mudanças de mamoeiro 'Aliança'.

Quando as mudas alcançaram aproximadamente 10 cm de altura, foram transplantadas três mudas por vaso (Figuras 2B e 2C). Os vasos tinham capacidade de 25 L, preenchidos com substrato constituído por uma mistura de solo e areia na proporção 1:1.

Foram incorporados 50g de calcário por vaso e as duas diferentes adubações de base (de acordo com o tratamento), como adubo convencional, aplicou-se o superfosfato simples (100g por vaso), e como adubação tecnológica, aplicou-se o Npplus[®], fertilizante granular fosfatado com extrato de algas, da empresa TimacAgro[®] (40g por vaso).

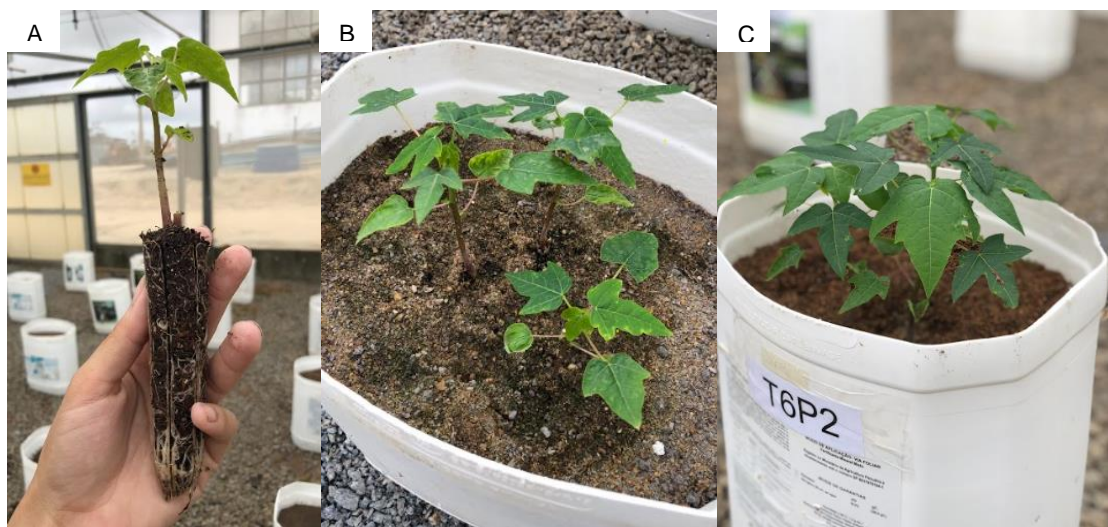


Figura 2. A) Muda pronta para o transplante. B) Vaso com três mudas plantadas. C) Mudanças 11 dias após o plantio.

3.1.2 Obtenção e Calibração do inóculo

O inóculo de *M. javanica* foi cedido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa - MG e o de *M. incognita* foi cedido pelo Instituto de Desenvolvimento Tecnológico do Paraná (Iapar), Londrina - PR. As duas espécies foram propagadas em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Clara Kada (Figura 3A), reconhecido como bom hospedeiro a *Meloidogyne*.

Para a extração de ovos utilizou-se a metodologia proposta por Hussey e Barker (1973), modificada por Boneti e Ferraz (1981). A suspensão extraída foi homogeneizada e a contagem dos ovos foi feita em câmara de Peters (Figura 3B), com auxílio de microscópio óptico. Foram feitas 4 leituras e ao final, trabalhou-se com a média.

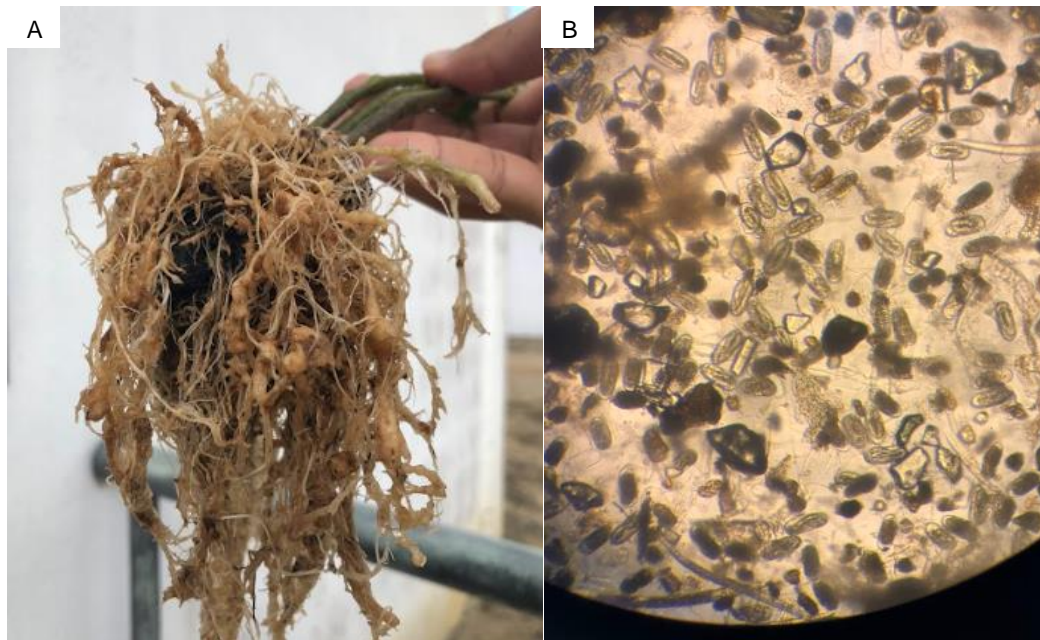


Figura 3. A) Galhas de *Meloidogyne* spp. em raízes de tomateiro. B) Ovos e juvenis de *Meloidogyne* spp.

A suspensão de ovos dos tratamentos com *M. incognita* foi calibrada para 1.000 ovos/ml e para os tratamentos com *M. javanica* o ajuste foi de 2.000 ovos/ml.

3.1.3 Inoculação

A inoculação foi realizada 100 dias após o transplante das mudas, no mês de janeiro, na estação de verão, após o início do florescimento e a realização da sexagem.

Ao redor do colo das plantas, foram feitos 3 orifícios equidistantes, com aproximadamente 2 cm de profundidade. Cada suspensão aquosa previamente

calibrada foi agitada continuamente, e com uma pipeta automática depositadas em cada orifício.

As plantas tratadas com *M. incognita* receberam 5 ml de suspensão, totalizando aproximadamente 15.000 ovos, já as plantas tratadas com *M. javanica* receberam 12 ml de suspensão, totalizando aproximadamente 96.000 ovos. O nível populacional foi definido a partir de experiências da equipe do trabalho observadas em campo, com a variedade 'Aliança'.

3.1.4 Tratos culturais

Iniciando com a calagem e a adubação de base, ao longo da condução, as plantas receberam todos os tratos culturais necessários: adubações de cobertura, seguindo análise foliar; irrigações, que mantinham a umidade próxima à capacidade de campo; controle de eventuais pragas e doenças, como ácaros e pinta preta/varíola.

Para o controle de ácaro foi aplicado Oberon® e para pinta preta Tenaz 250SC®, ambos registrados para a cultura do mamoeiro e sem efeitos sobre nematoides.

A partir da emissão de botões florais nas plantas, foi realizada a sexagem das plantas, mantendo apenas uma planta por vaso, similarmente ao que é praticado em campo, onde é mantida preferencialmente uma planta (hermafrodita) por cova.

3.1.5 Variáveis estudadas

Aos 90 dias após a inoculação (DAI), iniciaram-se as avaliações não-destrutivas de crescimento quinzenalmente. Foram avaliados o número de folhas, a altura das plantas, o diâmetro do caule, o número de flores e o número de frutos.

A altura foi mensurada com uma trena (Figura 4), tendo início uma marca de 1 cm do solo e término no ponto de inserção das folhas mais novas, no topo da planta. O diâmetro do caule foi mensurado com uma fita métrica, sendo avaliado a 20 centímetros acima do solo. As flores foram contabilizadas desde a fase de botão floral até a completamente aberta. Os frutos foram contabilizados a partir do momento que o ovário da flor se encontrava expandido (200 dias após a inoculação).



Figura 4. Medição da altura de plantas no experimento 1.

Aos 210 DAI, o experimento foi desmontado e prosseguiu-se com as avaliações destrutivas das variáveis biométricas massa fresca de raiz e massa fresca de parte aérea. Como variáveis nematológicas, foram obtidas a população final de nematoides na raiz, a população final no solo e o fator de reprodução.

A extração dos ovos para contagem das populações seguiu para raiz a metodologia proposta por Coolen e D'Herde (1972), a extração do solo seguiu a metodologia de Jenkins (1964). O fator de reprodução (FR) que avalia a reação da planta ao parasitismo do nematoide, a partir da relação (Pf/Pi), onde Pf é a população final nas raízes e Pi população inicial, que foi inoculada. A qual é classificada segundo os critérios estabelecidos por Oostenbrink, onde $FR < 1,0$, os genótipos são denominados resistentes, quando $FR \geq 1,0$, são denominados não resistentes ou suscetíveis.

Como variáveis nematológicas, foram obtidas a população final de nematoides na raiz, população final no solo e fator de reprodução. A extração dos ovos para contagem das populações seguiu para raiz a metodologia proposta por Coolen e D'Herde (1972), a extração do solo seguiu a metodologia de Jenkins (1964). O fator de reprodução (FR) avalia a reação da planta ao parasitismo do nematoide, a partir da relação (Pf/Pi), onde Pf é a população final nas raízes e Pi população inicial, que foi inoculada. A razão obtida é classificada segundo os critérios estabelecidos por

Oostenbrink, onde $FR < 1,0$, os genótipos são denominados resistentes, quando $FR \geq 1,0$, são denominados não resistentes ou suscetíveis.

3.1.6 Análises estatísticas

As análises de variância para cada variável foram realizadas pelo Teste de F e as médias distintas foram comparadas pelo o Teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro, utilizando o software R (TEAM R, 2020) com o pacote ExpDes.pt (FERREIRA *et al.*, 2018).

3.2 EXPERIMENTO 2

O delineamento experimental utilizado no segundo experimento foi o inteiramente casualizado, com 3 tratamentos, 14 repetições e a parcela caracterizada por um vaso, com apenas uma planta em cada, totalizando 42 mudas. Os tratamentos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos do Experimento 2.

Tratamento	Nematoide
Tratamento 1	<i>M. incognita</i>
Tratamento 2	<i>M. javanica</i>
Tratamento 3	Testemunha

3.2.1 Obtenção das mudas

O preparo e autolavagem dos substratos seguiram os mesmos passos descritos no item 3.1.1, referente ao primeiro experimento. Quando as mudas alcançaram cerca de 7 cm, foram transplantadas para vasos de 1L (Figura 5). A adubação de plantio foi a mesma para todos os tratamentos, contendo 4 gramas de superfosfato simples e 2 gramas de calcário por vaso.



Figura 5. Mudas transplantadas para vaso de 1L.

3.2.2 Obtenção e Calibração do inóculo

A obtenção dos inóculos seguiu a mesma metodologia descrita no item 3.1.2.

A suspensão extraída foi homogeneizada e a contagem dos ovos foi feita em câmara de Peters, com auxílio de microscópio óptico. Neste ensaio foram feitas 6 leituras e ao final, trabalhou-se com a média entre elas. As suspensões para cada um dos tratamentos (*M. incognita* e *M. javanica*) foram calibradas para 2500 ovos/ml.

3.2.3 Inoculação

A inoculação seguiu a mesma metodologia descrita no item 3.1.3. No entanto, foi realizada no mês de junho, na estação de inverno.

Neste experimento, 15 dias após o transplante, foram inoculados 4 ml por vaso, distribuídos em orifícios ao redor do colo da planta, totalizando aproximadamente 10.000 ovos de cada espécie, em seu tratamento correspondente.

3.2.4 Tratos culturais

Os tratos culturais foram os mesmos descritos no item 3.1.4. No entanto, por se tratar de mudas, não houve a atividade de sexagem, visto que as plantas não chegaram à fase de emissão do botão floral.

3.2.5 Variáveis estudadas

Neste experimento, a parte aérea também foi avaliada quinzenalmente, após a inoculação, sendo feita a medição da altura e a contagem do número de folhas. O diâmetro de caule só foi medido na última avaliação, juntamente com as variáveis destrutivas. A altura foi mensurada com auxílio de régua (Figura 6), do solo até a gema apical, e o diâmetro com paquímetro digital a 5 cm do colo da planta.



Figura 6. Medição da altura de plantas no experimento 2.

Aos 107 dias após a inoculação (DAI), foram avaliadas as variáveis biométricas, massa fresca de raiz e massa fresca de parte aérea e o comprimento de raiz. As variáveis nematológicas foram as mesmas do primeiro experimento, seguindo a metodologia descrita no item 3.1.5.

3.2.6 Análises estatísticas

As análises estáticas estão descritas no item 3.1.6.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 210 dias do período de inoculação do primeiro experimento, as temperaturas registradas pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), na estação meteorológica automática situada em São Mateus - ES (A616) variaram entre 10,8°C e 35,0°C. Ao final do experimento, quando os vasos foram desmontados para as avaliações, era possível observar a presença de galhas nas raízes das plantas inoculadas, indicando que os nematoides conseguiram completar seu ciclo reprodutivo (Figura 7).



Figura 7. Galhas de *Meloidogyne* spp. em raízes de mamoeiro 'Aliança'.

As variáveis biométricas de crescimento altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, flores e frutos não apresentaram interação significativa entre os fatores “nematoides” e “adubação” quando submetidas à análise de variância pelo Teste de F a 5%, desse modo foram estudadas de maneira independente para cada um dos fatores. Comparando-as pelo Teste de F a 5% de probabilidade, vê-se que as variáveis de crescimento não diferiram significativamente entre os tratamentos inoculados com *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* da testemunha não inoculada (Tabela 3).

Tabela 3. Variáveis biométricas de crescimento referentes ao primeiro fator (nematoides).

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Nº de Folhas	Nº de Flores	Nº de Frutos
<i>M. Incognita</i>	204,12 a	19,28 a	11,37 a	2,09 a	5,94 a
<i>M. Javanica</i>	185,50 a	18,00 a	10,87 a	2,45 a	6,94 a
Testemunha	199,62 a	18,28 a	11,00 a	2,22 a	3,75 a
CV (%)	8,79	11,19	9,99	14,63	57,66

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p > 0,05$).

As variáveis biométricas destrutivas de massa fresca de raiz, massa fresca de parte aérea e peso dos frutos também não apresentaram interação significativa entre os fatores, e os resultados dos fatores de maneira independente. Os tratamentos inoculados com nematoides, quando comparados à testemunha não apresentaram diferença estatística (Tabela 4).

Tabela 4. Variáveis biométricas destrutivas referentes ao primeiro fator (nematoides).

Tratamento	Massa Fresca Parte Aérea (kg)	Massa Fresca Raiz (kg)	Peso de Frutos (g)
<i>M. Incognita</i>	4,06 a	2,09 a	703,44 a
<i>M. Javanica</i>	3,50 a	1,89 a	446,37 a
Testemunha	3,73 a	1,91 a	391,87 a
CV (%)	18,87	27,85	125,84

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p > 0,05$).

+.Neste trabalho, *Meloidogyne incognita* não promoveu redução de nenhuma das variáveis biométricas estudadas, o que difere dos resultados encontrados por Ramakrishnan e Rajendran (1998), na Índia, que verificaram a influência deste nematoide em componentes de produtividade e funções fisiológicas do *Carica papaya* L. cv. Co 6, em casa de vegetação, onde observaram que *M. incognita* foi efetivo em reduzir componentes de crescimento do mamoeiro, como número de folhas, comprimento e peso tanto de parte aérea como radicular.

As variáveis de produção número e peso de frutos também não diferiram entre os tratamentos inoculados e a testemunha, ao contrário dos estudos conduzidos por Ramakrishnan e Rajendran ainda em 1998, que avaliaram, pela primeira vez, perdas no mamoeiro em condições de campo devido a *M. incognita*, estimando em 17,6% no número de frutos, 15,9% no peso médio dos frutos e 36,6% na produção de frutos por árvore. A falta de controle das condições experimentais em campo pode ter contribuído para resultados diferentes dos obtidos em condições controladas em casa e vegetação.

Para o fator adubação, as variáveis altura, diâmetro e número de flores não diferiram estatisticamente, enquanto número de folhas e de frutos evidenciam que a adubação convencional foi superior ao tratamento da Timac no crescimento da planta, quando comparados pelo teste de Tukey a 5% (Tabela 5).

Tabela 5. Variáveis biométricas de crescimento referentes ao segundo fator (adubação).

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Nº de Folhas	Nº de Flores	Nº de Frutos
Convencional	203,29 a	19,29 a	12,29 a	2,19 a	7,17 a
Timac	189,54 a	17,75 a	9,87 b	3,30 a	3,92 b
CV (%)	8,79	11,19	9,99	14,63	57,66

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p > 0,05$).

Ao analisar estas variáveis frente às duas adubações utilizadas, a massa fresca de raiz e o peso dos frutos não diferiram, no entanto, para a massa fresca de parte aérea, novamente o tratamento convencional alcançou um desempenho superior ao da Timac (Tabela 6).

Tabela 6. Variáveis biométricas destrutivas referentes ao segundo fator (adubação).

Tratamento	Massa Fresca Parte Aérea (g)	Massa Fresca Raiz (g)	Peso de Frutos (g)
Convencional	4,15 a	2,00 a	427,71 a
Timac	3,37 b	1,92 a	600,08 a
CV (%)	18,87	27,85	125,84

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p > 0,05$).

O Npplus® é um fertilizante de liberação lenta do fosfato, que contém extrato de algas marinhas (SOARES e NASCIMENTO, 2022). Um dos efeitos do fósforo e do extrato de algas é a indução de resistência, que altera o crescimento da planta, estimulando um maior desenvolvimento do sistema radicular do que o da parte aérea, o que explicaria o desempenho inferior do tratamento Timac para as variáveis de massa fresca de parte aérea, número de folhas e de frutos.

A aplicação de superfosfato pode intensificar a atividade celular e a síntese de proteínas, aumentando a resistência da planta hospedeira aos patógenos, bem como pode promover alterações bioquímicas dos exsudatos vegetais, gerando um ambiente desfavorável ao desenvolvimento dos nematoides (HUBER, RÖMHELD e WEINMANN, 2012). De acordo com Zambolim e Ventura (1993) a aplicação de doses crescentes de fósforo no solo apresentou efeitos positivos na redução da população de *Meloidogyne* spp. nas culturas do feijão e do pepino.

Barros *et al.* (2010) ao estudar a indução de resistência em plantas contra fitopatógenos, averiguaram que este processo envolve um gasto energético, de modo que a planta precisa direcionar seus recursos para o sistema de defesa ou para seu crescimento, ocasionando uma competição pela energia e substrato disponíveis. Neste trabalho, com a presença dos nematoides no sistema radicular, e com a resistência induzida, o mamoeiro provavelmente alocou mais recursos para o sistema de defesa, havendo um menor direcionamento de substratos e energia para o crescimento da parte aérea, de modo que, uma atividade primária tornou-se secundária (GAYLER *et al.*, 2004).

Como não há trabalhos de nutrição em mamoeiro com este produto, o ajuste de doses se faz necessário, visando a correção das diferenças observadas entre os dois produtos com relação à dose aplicada e à produtividade da planta.

Os resultados para o fator de reprodução (FR) e para a reação do mamoeiro aos nematoides são apresentados na tabela 7. Os fatores foram avaliados de forma independente, por não haver interação significativa entre eles. Para *M. incognita* o valor de FR foi de 2,37, e para *M. javanica*, foi de 2,53, ambos se comportaram como suscetíveis, de acordo com a classificação de Oostenbrink (1966).

Tabela 7. Fator de reprodução (FR) e reação de acordo com as espécies de nematoides.

Tratamento	Fator de Reprodução	Reação
<i>M. Incognita</i>	2,37 a	S
<i>M. Javanica</i>	2,53 a	S
Testemunha	-	-

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p > 0,05$).

Mesmo com um fator de reprodução classificado como “susceptível” para ambas as espécies estudadas, as plantas não apresentaram diferenças nas variáveis de crescimento nem nas de produção, indicando uma possível tolerância da cultivar ‘Aliança’ à presença de nematoides. Trudgill (1991) define tolerância como a capacidade de a planta hospedeira suprimir os efeitos nocivos dos nematoides, ou apresentar recuperação frente aos danos, e mesmo em sua presença ser capaz de produzir bem.

Peláez-Arroyo *et al.* (2015) ao testar controle químico de *Meloidogyne* spp. constataram que *Carica papaya* ‘Maradol’ não é um bom hospedeiro para *M. incognita*, uma vez que o desenvolvimento do nematoide foi escasso e não ocasionou danos à cultura. Estudando a hospedabilidade de frutíferas a *M. enterolobii*, Freitas *et al.* (2016) classificaram o mamoeiro como não hospedeiro desta espécie, no entanto, é importante ressaltar que nenhum desses trabalhos avaliou as plantas inoculadas por um período superior a 100 dias de inoculação.

Já Almeida *et al.* (1997) em seu trabalho com *M. megadora* classificaram o mamoeiro como resistente a este nematoide, 60 dias após a inoculação, como a população final é uma função do tempo (ARAYA e CASWELL-CHEN, 1994), o próprio autor ressalta a necessidade de conduzir experimentos por um período mais extenso e verificar se sua avaliação foi suficiente para detectar diferenças na reprodução do nematoide.

Ao analisar o efeito de adubação (Tabela 8), observa-se que o fator de reprodução com o fertilizante convencional foi de 2,63, sendo classificado como susceptível, enquanto o tratamento com adubação tecnológica obteve um FR = 0,64, classificado como resistente. Diante disso, fica evidente que a adubação Timac foi eficiente em alterar a reação do mamoeiro diante da reprodução de nematoides.

Tabela 8. Fator de reprodução (FR) e reação de acordo com as adubações de base.

Tratamento	Fator de Reprodução	Reação
Convencional	2,63 a	S
Timac	0,64 b	R

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p>0,05$).

Para a população extraída do solo, houve interação significativa entre os fatores, sendo os resultados apresentados nas tabelas 9 e 10. Analisando as populações de nematoides com tratamento convencional, *M. javanica* diferiu estatisticamente de *M. incognita* e da testemunha. Comparando as populações tratadas com Timac, não houve diferença significativa.

Tabela 9. População em 100 cm³ de solo com fator nematoide dentro de cada nível do fator adubação.

População Solo (100 cm ³)		
Tratamento	Convencional	Timac
<i>M. Incognita</i>	28 b	13,5 a
<i>M. Javanica</i>	92 a	9,0 a
Testemunha	0 b	0,0 a
CV (%)	177,66	177,66

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p>0,05$).

Analisando as populações das adubações para cada espécie de nematoide, *M. incognita* e testemunha não diferiram estatisticamente, enquanto a população de *M. javanica* no solo foi superior na adução convencional, quando comparada à Timac.

Tabela 10. População em 100 cm³ de solo com fator adubação dentro de cada nível do fator nematoide.

Tratamento	População Solo (100 cm ³)		
	Incognita	Javanica	Testemunha
Convencional	28,0 a	92 a	0 a
Timac	13,5 a	9 b	0 a
CV (%)	177,66	177,66	177,66

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p > 0,05$).

Para o segundo experimento, com inoculação feita na estação de inverno, e no período de 107 desde a infestação das mudas, as temperaturas variam de 13,4°C a 34,7°C. Assim como no experimento anterior, havia sintomas de galhas nas raízes das plantas inoculadas (Figura 8).

**Figura 8.** Galhas de *Meloidogyne* spp. em raízes de mudas de mamoeiro 'Aliança'.

A partir da análise de variância e o Teste de F a 5% de probabilidade, as variáveis de crescimento número de folhas, diâmetro do caule, peso de parte aérea, peso e comprimento do sistema radicular não apresentaram diferenças entre as plantas inoculadas com os nematoides e à testemunha (Tabelas 11 e 12). Apenas na altura de planta, quando os tratamentos foram comparados pelo Teste de Tukey a 5%, as mudas infestadas com *M. javanica* apresentaram um crescimento inferior.

Tabela 11. Variáveis biométricas em função dos tratamentos.

Tratamento	Nº de Folhas	Altura (cm)	Diâmetro do Caule (mm)
<i>M. incognita</i>	5,50 a	25,89 a	11,01 a
<i>M. javanica</i>	5,36 a	22,71 b	11,47 a
Testemunha	5,87 a	24,90 a	11,01 a
CV (%)	11,49	9,47	12,69

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p > 0,05$).

Tabela 12. Variáveis biométricas destrutivas em função dos tratamentos.

Tratamento	Peso parte aérea (g)	Peso raiz (g)	Comprimento raiz (cm)
<i>M. incognita</i>	19,21 a	8,78 a	21,07 a
<i>M. javanica</i>	18,93 a	9,29 a	20,75 a
Testemunha	18,50 a	8,99 a	18,68 a
CV (%)	18,60	28,29	25,33

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p > 0,05$).

Bustillo *et al.* (2000) investigaram o efeito do nematoide das galhas (*M. incognita*) sobre o crescimento da cultivar de mamão ‘Paraguanera’ em viveiro, por três meses e observaram que apesar do peso da parte aérea fresca e seca, altura e diâmetro das plantas terem sido negativamente afetados, e o limite de tolerância das plantas não ser o mesmo para todas as variáveis, o mamoeiro foi considerado pouco suscetível a *M. incognita*, contrariamente em partes a este trabalho, no qual, o crescimento não foi afetado por *M. incognita*, e similarmente uma vez que o mamoeiro ‘Aliança’ mostrou-se tolerante.

Siqueira *et al.* (2009) identificaram inúmeras galhas no sistema radicular de mamoeiros ‘Formosa’ plantados em consórcio com goiabeiras, na localidade foi detectada a presença de *Meloidogyne mayaguensis*, ainda assim, a produção de frutos de mamão foi alta, evidenciando tolerância dessa cultivar ao nematoide, corroborando com os resultados deste trabalho para *M. incognita* e *M. javanica*.

Sobre o consórcio mamoeiro x goiabeira, Siqueira *et al.* (2009) sinalizaram que isto pode representar uma ameaça à cultura da goiaba, a qual é suscetível ao *M. mayaguensis*, já que pode haver mudas de mamão infectadas como fonte de inóculo deste patógeno. Tal situação é semelhante para o consórcio cafeeiro Conilon x

mamoeiro, dado que o café Conilon é suscetível à *Meloidogyne incognita* (ZINGER *et al.*, 2020).

Na figura 9, é possível verificar o comportamento da altura da planta ao longo do período de condução do experimento. Nas quatro primeiras avaliações, todos os tratamentos apresentaram um comportamento bastante homogêneo, neste intervalo possivelmente ocorreu o início da infecção e no máximo dois ciclos reprodutivos do *Meloidogyne* spp. completaram-se. Segundo Agrios (2005), o ciclo de vida dos nematoides das galhas pode variar de acordo com alguns fatores, entre eles o hospedeiro e a temperatura ambiente, tendo duração de cerca de 25 dias a 27°C, prorrogando-se sob temperaturas mais amenas ou elevadas.

Nas duas últimas avaliações, posteriormente a mais ciclos, com maior nível de infestação, vê-se que *M. javanica* ocasionou uma redução na altura das mudas quando comparado à testemunha.

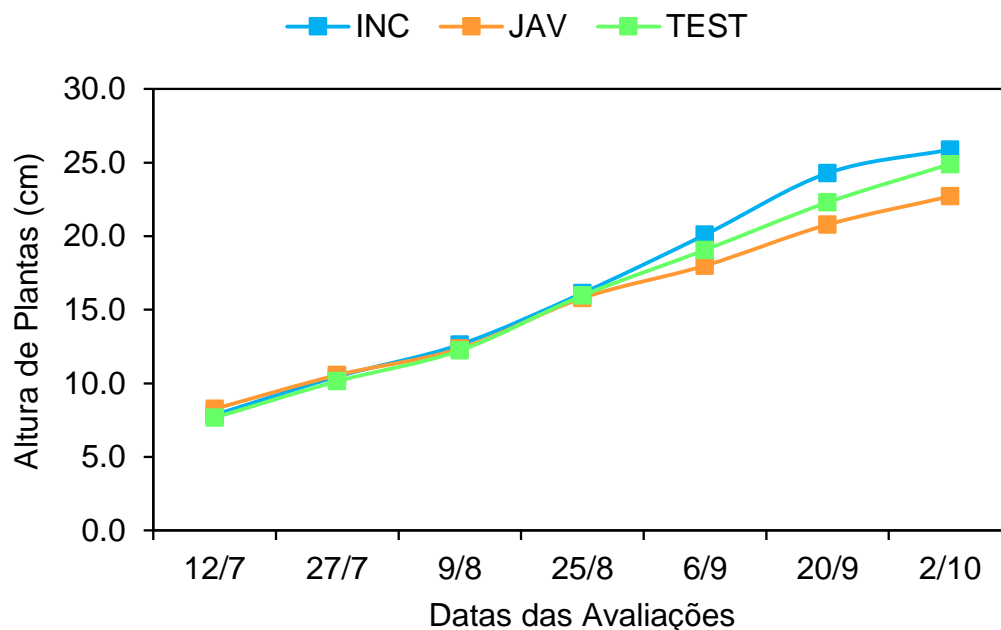


Figura 9. Altura de mudas de mamoeiro 'Aliança' ao longo do experimento.

Na tabela 13, são apresentados os resultados das variáveis nematológicas, onde a população final nas raízes inoculadas com *M. incognita* foi de 60 indivíduos, e para *M. javanica*, foi de 117, para ambos as mudas de mamoeiro foram classificadas como resistentes, atingindo um $FR < 1$, resultado que difere do primeiro experimento.

Tabela 13. Valores médios da população final de nematoides na raiz, fator de reprodução e reação (FR/Reação) das mudas de mamoeiro.

Tratamento	População Final (Raiz)	FR/Reação
<i>M. incognita</i>	60	0,006 R
<i>M. javanica</i>	117	0,012 R
Testemunha	0	-

Tal diferença pode estar relacionada a dois importantes fatores, o primeiro é o tempo que as plantas permaneceram inoculadas não tenha sido suficiente para observar diferenças na reprodução dos nematoides, já que o primeiro experimento permaneceu 103 dias a mais do que o segundo sob infestação, permitindo a ocorrência de mais quatro ciclos reprodutivos completos dos nematoides, por consequência, aumentando a população final.

O segundo fator deve-se à época de inoculação, sendo que no experimento mais longo, a infestação dos vasos foi feita no verão, em condições ótimas para a eclosão dos ovos, enquanto no segundo caso, a inoculação foi na estação de inverno, as temperaturas registradas estão apresentadas na figura 10, com temperatura média do período em 22°C.

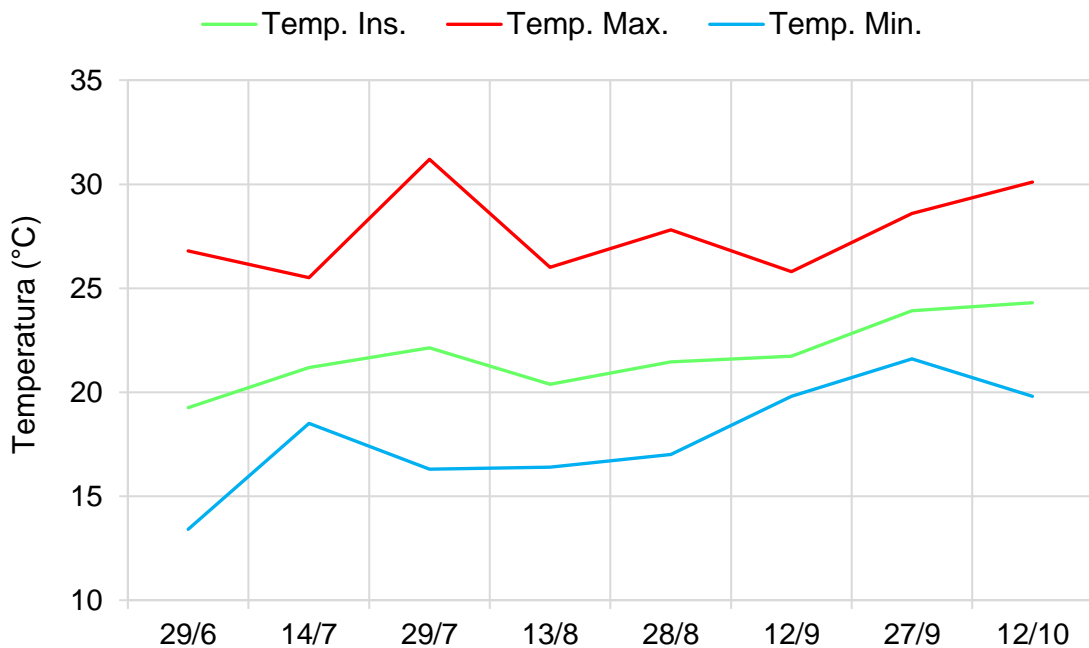


Figura 10. Temperatura ao longo do experimento após inoculação das mudas.

A temperatura ótima conforme as espécies, com base em estudos de Bird e Wallace (1972) a temperatura que favorece a eclosão de ovos de *M. Javanica* é em

torno de 30°C, no qual a taxa de embriogênese se apresenta 5 vezes maior do que na temperatura de 15°C, já para o *M. incognita*, conforme Vrain e Barker (1978), a embriogênese se torna mais rápida em temperaturas entre 25 e 30°C.

Essa questão se torna relevante, pois baixas temperaturas podem diminuir a sobrevivência de embriões, como também atrasar o seu desenvolvimento e até mesmo inibir a eclosão de ovos, o que ocorreu com ovos de *M. incognita* a temperatura de 10°C no trabalho de Goodell e Ferris (1989). Além disso, o crescimento das próprias mudas de mamoeiro pode ter sido prejudicado, visto que essa planta é tipicamente tropical e a insolação favorece o seu crescimento (FARIA *et al.*, 2009).

A partir dos resultados encontrados, é possível afirmar que as mudas de mamoeiro, variedade Aliança, apresentam maior tolerância ao *Meloidogyne incognita* do que ao *M. javanica*, visto que a partir de 90 dias já é possível observar uma redução do crescimento das plantas inoculadas com esta espécie. Alguns autores já destacaram que o *M. javanica* na cultura do mamoeiro é o nematoide mais agressivo, como Ponte (1963) e Ritzinger *et al.* (2003).

6. CONCLUSÃO

O mamoeiro 'Aliança' comportou-se como suscetível à *M. incognita* (FR=2,37) e *M. javanica* (FR=2,53).

Carica papaya L. 'Aliança' mostrou-se tolerante às duas espécies de nematoides estudadas, sendo sua tolerância ao *M. incognita* maior do que ao *M. javanica*.

O fertilizante Npplus® foi eficiente em reduzir o fator de reprodução de ambas espécies de nematoides no mamoeiro.

O tempo de avaliação de 107 dias sob infestação nas mudas não foi suficiente para avaliar efeitos da reprodução dos nematoides em mamoeiro, nas condições estudadas.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, George N. **Plant pathology**. Elsevier, 2005.

ARAYA, M.; CASWELL-CHEN, E. P. Host status of *Crotalaria juncea*, *Sesamum indicum*, *Dolichos lablab*, and *Elymus glaucus* to *Meloidogyne javanica*. **Journal of Nematology**, v. 26, n. 4, p. 492, 1994.

BARBOSA, DHSG. Nematoides e seu controle. 2022. In: OLIVEIRA, A. M. G.; MEISSNER FILHO, P. E. Mamoeiro do grupo solo: cultivo, colheita, pós-colheita e comercialização. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Cap. 12. p. 231-238.

BARROS, A. F. et al. Root-knot nematodes, a growing problem for *Conilon coffee* in Espírito Santo state, Brazil. **Crop Protection**, v. 55, p. 74-79, 2014.

BARROS, Fernanda Carvalho et al. Indução de resistência em plantas contra fitopatógenos. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, p. 231-239, 2010.

BERNARD, Gregory C.; EGNIN, Marceline; BONSI, Conrad. The impact of plant-parasitic nematodes on agriculture and methods of control. **Nematology-concepts, diagnosis and control**, v. 10, p. 121-151, 2017.

BIRD, Alan F.; WALLACE, H. R. The influence of temperature on *Meloidogyne hapla* and *M. javanica*. **Nematologica**, v. 11, n. 4, p. 581-589, 1965.

BONETTI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussay e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 181-183, 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em: 26 dez. 2022.

BUSTILLO, Yelitza Y. et al. Efecto del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* sobre el crecimiento de la lechosa (*Carica papaya*) en vivero. **Nematologia Mediterranea**, p. 163-170, 2000.

BUSTILLO, Yelitza Y. et al. Efecto del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* sobre el crecimiento de la lechosa (*Carica papaya*) en vivero. **Nematologia Mediterranea**, p. 163-170, 2000.

CARVALHO, E. D. M. L. et al. Physicochemical and sensory properties of papaya fruits of elite lines and hybrids. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2020.

CAVALCANTI JUNIOR, Edilton de Albuquerque et al. Reação de genótipos do gênero *Psidium* spp. a *Meloidogyne enterolobii*. **Summa Phytopathologica**, v. 46, p. 333-339, 2021.

Chaful, S. y De' Arc, R. 1994. Mamão: Doenças causadas por fungos e nematoides em mamoeiro. Informe Agropecuario. 134(12):40-43.

CHITWOOD, David J. et al. Reproduction, physiology and biochemistry. **Root-knot nematodes**, p. 182-200, 2009.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**.1972.

COSTA, A.; MARTINS, D. dos S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. 2015.

D'ADDABBO, Trifone et al. Biostimulants for plant growth promotion and sustainable management of phytoparasitic nematodes in vegetable crops. **Agronomy**, v. 9, n. 10, p. 616, 2019.

DA SILVA CAVALCANTE, Wendson Soares et al. Potencial de utilização do extrato de algas marrom no estágio fenológico reprodutivo da soja. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e51311528563-e51311528563, 2022.

DA SILVA, Marlene G. et al. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematoides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 489-494, 2006.

DA SILVA, Naiane dos Santos et al. Florescimento do mamoeiro como subsídio para o melhoramento genético da cultura–revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e174111436642-e174111436642, 2022.

DE ALMEIDA, Ana MSF; SANTOS, M. Susana N. de A.; RYAN, M. F. Host status of selected plant species for *Meloidogyne megadora*. **Nematropica**, v. 27, n. 1, p. 1-6, 1997.

DE SOUZA JUNIOR, Francisco Jorge Carlos; SANTOS, Carmem Dolores Gonzaga. Impacto da temperatura na infectividade de *Meloidogyne incognita* em *Solanum lycopersicum* L. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 25, n. 1, 2020.

DIAS-ARIEIRA, Cláudia R. et al. Reação de variedades de cana-de-açúcar aos nematoides-das-galhas. **Nematologia Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 198-203, 2010.

DIAS-ARIEIRA, Claudia R.; MOLINA, Rúbia de O.; COSTA, Alessandra T. Nematóides causadores de doenças em frutíferas. **Revista Agro@ Mambiente On-line**, v. 2, n. 1, p. 46-56, 2008.

DOTTO, Joachim M.; ABIHUDI, Siri A. Nutraceutical value of *Carica papaya*: A review. **Scientific African**, v. 13, p. e00933, 2021.

ESPINOSA, Manuel et al. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Córdoba. **Temas Agrarios**, v. 9, n. 1, p. 13-20, 2004.

FAO. **FAOSTAT**: FAO's corporate database: crops. 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em: 17 nov. 2022.

FARIA, A. R. N. et al. **A cultura do mamão**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009.

FERREIRA, Eric Batista et al. **Package ‘ExpDes. pt’**. 2018.

FERNANDES, Vitor Stefanello et al. Efeito de doses e épocas de aplicação de extrato de algas em caracteres morfológicos de cultivares de arroz no Tocantins. **Conjecturas**, v. 22, n. 2, p. 1797-1818, 2022.

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

FREITAS, Vânia M. et al. Host status of selected cultivated fruit crops to *Meloidogyne enterolobii*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 148, n. 2, p. 307-319, 2017.

GAYLER, Sebastian et al. Modelling the effect of environmental factors on the “trade-off” between growth and defensive compounds in young apple trees. **Trees**, v. 18, n. 3, p. 363-371, 2004.

GOODELL, P. B.; FERRIS, H. Influence of environmental factors on the hatch and survival of *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology**, v. 21, n. 3, p. 328, 1989.

HUBER, Don; RÖMHELD, Volker; WEINMANN, Markus. Relationship between nutrition, plant diseases and pests. In: **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Academic Press, 2012. p. 283-298.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, v. 57, n. 12, p. 1025-1028, 1973.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Pesquisa agrícola municipal – PAM. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 17 nov. 2022.

INSERRA, R. N.; CARTIA, G. *Meloidogyne javanica* su Papaya in Sicilia. **Nematologia mediterranea**, 1977.

JENKINS, W. R. B. et al. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant disease reporter**, v. 48, n. 9, 1964.

KHAN, Wajahatullah et al. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of plant growth regulation**, v. 28, n. 4, p. 386-399, 2009.

KOTTEK, M.; GRIESER J.; BECK, C.; RUDOLF B.; RUBEL, F. **World map of Köppen Geiger climate classification updated**. Meteorol. Z., v. 15, p. 259-263, 2006.

KRIF, Ghizlane et al. Efficacy of authentic bio-nematicides against the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* infecting tomato under greenhouse conditions. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 118, p. 101803, 2022.

LEE, Min Woo et al. Plant elicitor peptides promote plant defences against nematodes in soybean. **Molecular plant pathology**, v. 19, n. 4, p. 858-869, 2018.

LUCENA et al. Aspectos socioeconômicos. *In*: OLIVEIRA, AMG; MEISSNER FILHO, P. E. **A cultura do mamoeiro**. p 09-40e, 2021.

MARIN, Sérgio Lucio David; ARANTES, Sara Dousseau; LEDO, CA da S. Melhoramento genético de mamão (*Carica papaya* L.) no Brasil, no México e nas Ilhas Canárias, Espanha. 2018.

MARTÍNEZ GALLARDO, José Ángel et al. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Colima, México. **Revista mexicana de ciencias agrícolas**, v. 5, n. 2, p. 317-323, 2014.

MATOS, Daniela SS et al. Nematofauna associada ao cultivo comercial de mamoeiro no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 4, p. 614-619, 2012.

MUKHERJEE, A.; PATEL, J. S. Seaweed extract: biostimulator of plant defense and plant productivity. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 17, n. 1, p. 553-558, 2020.

MUKHTAR, Tariq; HUSSAIN, Muhammad Arshad. Pathogenic Potential of Javanese Root-knot Nematode on Susceptible and Resistant Okra Cultivars. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 51, n. 5, 2019.

MUKHTAR, Tariq; TARIQ-KHAN, Muhammad; ASLAM, Muhammad Naveed. Bioefficacy of Trichoderma species against javanese root-knot nematode, *meloidogyne javanica*, in green gram. **Gesunde Pflanzen**, v. 73, n. 3, p. 265-272, 2021.

NANDA, S.; KUMAR, G.; HUSSAIN, S. Utilization of seaweed-based biostimulants in improving plant and soil health: Current updates and future prospective. **International Journal of Environmental Science and Technology**, p. 1-14, 2021.

NGUYỄN, Phong Vũ et al. A report of *Meloidogyne javanica* on black pepper (*Piper nigrum*) in Binh Phuoc Province, Vietnam. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 15, n. 1, p. 1-4, 2020.

OKENIYI, M. O. et al. Evaluation of cacao (*Theobroma cacao* L.) clones for resistance to root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Journal of Applied Biosciences**, v. 17, p. 913-921, 2009.

OOSTENBRINK, Michiel et al. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Major characteristics of the relation between nematodes and plants.**, n. 66-4, 1966.

- PELÁEZ-ARROYO, Arturo et al. Control químico del nematodo *Meloidogyne* spp. en el cultivo de papayo (*Carica papaya* L.). **Revista de sistemas experimentales**, v. 2, n. 4, p. 139-143, 2015.
- PERAZA-PADILLA, Walter. Identificación morfológica y molecular de *meloidogyne javanica* en una plantación de papaya (*carica papaya* l.) en Pococí, Limón, Costa Rica. **Agronomía Costarricense**, v. 45, n. 2, p. 41-55, 2021.
- PERERA, Modika R.; FLORES-VARGAS, Ruben D.; JONES, Michael GK. First record of infection of Papaya trees with root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in Australia. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 3, n. 1, p. 87-88, 2008.
- PHANI, Victor; KHAN, Matiyar R.; DUTTA, Tushar K. Plant-parasitic nematodes as a potential threat to protected agriculture: Current status and management options. **Crop Protection**, v. 144, p. 105573, 2021.
- PONTE, J.J., 1963. Ocorrência de “Meloidoginose” do mamoeiro, *Carica papaya* L., no município de Fortaleza. **Boletim Sociedade Cearense de Agronomia**, Fortaleza, v.4, p.17-20.
- PRADHAN, M. A. A. et al. Effect of BAU-biofungicide, neem oil and a nematicide on the root-knot (*Meloidogyne javanica*) of papaya (*Carica papaya*). **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 37, n. 2, p. 271-277, 2012.
- PRŠIĆ, Jelena; ONGENA, Marc. Elicitors of plant immunity triggered by beneficial bacteria. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 594530, 2020.
- RADWAN, M. A. et al. Biological control of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomato using bioproducts of microbial origin. **Applied Soil Ecology**, v. 56, p. 58-62, 2012.
- RAGHUNANDAN, B. L. et al. Perspectives of seaweed as organic fertilizer in agriculture. In: **Soil fertility management for sustainable development**. Springer, Singapore, 2019. p. 267-289.
- RALMI, N. H. A. A.; KHANDAKER, Mohammad Moneruzzaman; MAT, Nashriyah. Occurrence and control of root knot nematode in crops: a review. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 12, p. 1649-1654, 2016.
- RAMAKRISHNAN, S.; RAJENDRAN, G. Assessment of yield loss due to *Meloidogyne incognita* in papaya under field conditions. **Nematologia Mediterranea**, p. 229-230, 1998.
- RAMAKRISHNAN, S.; RAJENDRAN, G. Influence of *Meloidogyne incognita* on yield components and physiological functions of papaya. **Nematologia Mediterranea**, v. 26, n. 2, p. 225-228, 1998.

REDDY, P. Parvatha; IYER, C. P. A.; SUBRAMANYAM, M. D. Evaluation of papaya cultivars and hybrids against *Meloidogyne incognita*. **Indian Journal of Nematology**, v. 18, n. 2, p. 381-382, 1988.

RICH, J. R. et al. Weed species as hosts of *Meloidogyne*: a review. **Nematropica**, p. 157-185, 2009.

RINALDI, Luanna Karoline et al. Control of *Meloidogyne javanica* and induction of resistance-associated enzymes in soybean by extracts of *Ascophyllum nodosum*. **Journal of Applied Phycology**, v. 33, n. 4, p. 2655-2666, 2021.

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

ROSALES, Ligia Carolina; SUAREZ, Zoraida. Reacción de cinco materiales de caricáceas, al ataque del nematodo *Meloidogyne incognita*. **Nematología mediterránea**, 2001.

SANTANA M. A; OLIVEIRA, AMG. Introdução. In: OLIVEIRA, AMG; MEISSNER FILHO, P. E. **Mamoeiro do grupo solo: cultivo, colheita, pós-colheita e comercialização**. p 15-18e, 2022.

SERAFINI, Suélen et al. Aspectos e peculiaridades da produção comercial de mamão (*Carica papaya* Linnaeus) no Brasil: estratégias para o futuro da cultura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e544101220551-e544101220551, 2021.

SHAO, Yuanhu et al. Nitrogen deposition cancels out exotic earthworm effects on plant-feeding nematode communities. **Journal of Animal Ecology**, v. 86, n. 4, p. 708-717, 2017.

SHARMA, Nayana; SINGHVI, Ritu. Effects of chemical fertilizers and pesticides on human health and environment: a review. **International journal of agriculture, environment and biotechnology**, v. 10, n. 6, p. 675-680, 2017.

SHUKLA, Pushp Sheel et al. *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. **Frontiers in plant science**, v. 10, p. 655, 2019.

SILVA et al. Variedades. In: OLIVEIRA, AMG; MEISSNER FILHO, P. E. **Mamoeiro do grupo solo: cultivo, colheita, pós-colheita e comercialização**. p 19-31e, 2022.

SILVA, G.S.; SANTOS, J.M; FERRA, S. Novo método de coloração de ootecas de *Meloidogyne* sp. **Nematologia Brasileira**. 1988. p.12:6-7

SINGH, S. P.; RAO, DV Sudhakar. Papaya (*Carica papaya* L.). **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**, p. 86-126e, 2011.

SINGH, Satyandra; SINGH, Bijendra; SINGH, A. P. Nematodes: a threat to sustainability of agriculture. **Procedia Environmental Sciences**, v. 29, p. 215-216, 2015.

SINGH, U. S.; NATH, R. P. Pathogenicity of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on papaya. **Indian Journal of Nematology**, v. 26, n. 1, p. 115-116, 1996.

SIQUEIRA, Kércya et al. Detecção de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e mamoeiro no estado de Goiás, usando marcadores moleculares. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, p. 256-260, 2009.

SOARES, Pedro Luiz Martins; NASCIMENTO, Daniel Dalvan. 15 Integrated nematode management of root lesion and root-knot nematodes in soybean in Brazil. 2022.

TEAM, R. Core et al. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. 2020.

TRUDGILL, D. L. Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. **Annual review of phytopathology**, v. 29, n. 1, p. 167-192, 1991.

VARGA, Ivana et al. Liming, phosphorus and zinc influence on soil nematode community structure at hot pepper. **Horticultural Science**, v. 46, n. 2, p. 65-71, 2019.

VERONICO, Pasqua; MELILLO, Maria Teresa. Marine organisms for the sustainable management of plant parasitic nematodes. **Plants**, v. 10, n. 2, p. 369, 2021.

VIDAL, Maria de Fátima. Produção comercial de frutas na área de atuação do BNB. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.168, jun. 2021. (Caderno Setorial ETENE).

VRAIN, T. C.; BARKER, K. R. Influence of low temperature on development of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* eggs in egg masses. **Journal of nematology**, v. 10, n. 4, p. 311, 1978.

WADEKAR, Ashish B. et al. Morphology, phytochemistry and pharmacological aspects of *Carica papaya*, an review. **GSC Biological and Pharmaceutical Sciences**, v. 14, n. 3, p. 234-248, 2021.

WATSON, Tristan T.; STRAUSS, Sarah L.; DESAEGER, Johan A. Identification and characterization of Javanese root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) suppressive soils in Florida. **Applied Soil Ecology**, v. 154, p. 103597, 2020.

WILLIAMS, Tamsin I. et al. Evaluating the use of seaweed extracts against root knot nematodes: A meta-analytic approach. **Applied Soil Ecology**, v. 168, p. 104170, 2021.

XIANG, Ni; LAWRENCE, Kathy S.; DONALD, Patricia A. Biological control potential of plant growth-promoting rhizobacteria suppression of *Meloidogyne incognita* on cotton and *Heterodera glycines* on soybean: A review. **Journal of Phytopathology**, v. 166, n. 7-8, p. 449-458, 2018.

YIGEZU WENDIMU, Gebissa. Biology, taxonomy, and management of the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in sweet potato. **Advances in Agriculture**, v. 2021, 2021.

YOGIRAJ, Vijay et al. *Carica papaya* Linn: an overview. **International Journal of Herbal Medicine**, v. 2, n. 5, p. 01-08, 2014.

ZAMBOLIM, Laércio; VENTURA, José Aires. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral de plantas. 1993.

ZHANG, Lei; GLEASON, Cynthia. Enhancing potato resistance against root-knot nematodes using a plant-defence elicitor delivered by bacteria. **Nature Plants**, v. 6, n. 6, p. 625-629, 2020.

ZINGER, Lilian Katiany Castello Rabello et al. Influence of *Meloidogyne incognita* race 1 on the development of clones of *Coffea canephora*, variety “Jequitibá Incaper 8122”. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 87, 2020.

ZUFFO, Valmir. Consórcios com o cafeeiro e a implantação da cultura – o mamoeiro e outras possibilidades. *In*: PARTELLI, Fábio Luiz; CAMPANHARO, Alex. **CAFÉ CONILON: Desafios e Oportunidades**. p. 75-91, 2019.