

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA – PPGOL

Alternativas eficientes no controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro

Autor (a): Gabriela Araújo Martins

Orientador: Dr. Rodrigo Vieira da Silva

Morrinhos – Goiás

Junho de 2024

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA – PPGOL

Alternativas eficientes no controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro

Autor (a): Gabriela Araújo Martins

Orientador: Dr. Rodrigo Vieira da Silva

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRA EM OLERICULTURA, no Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos – Área de Concentração: Olericultura.

Morrinhos – Goiás

Junho - 2024

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

MM386a Martins, Gabriela
Alternativas eficientes no controle de
Meloidogyne javanica em jiloeiro / Gabriela Martins;
orientador Rodrigo Vieira da Silva. -- Morrinhos,
2024.
50 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado profissional em
Olericultura) -- Instituto Federal Goiano, Campus
Morrinhos, 2024.

1. nematoides de galhas. 2. manejo integrado. 3.
nutrição. 4. olericultura. 5. arbolina. I. Vieira da
Silva, Rodrigo , orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |
| <input type="checkbox"/> Produto técnico e educacional - Tipo: | |

Nome completo do autor:

Gabriela Araújo Martins

Matrícula:

2022104330440008

Título do trabalho:

Alternativas eficientes no controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 07 /08/ /2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

gov.br Documento assinado digitalmente
GABRIELA ARAUJO MARTINS
Data: 07/08/2024 14:42:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Morrinhos, Goiás
Local

07 /08 /2024
Data

Assinatura d

gov.br

Documento assinado digitalmente

RODRIGO VIEIRA DA SILVA

Data: 08/08/2024 10:49:49-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

rais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 45/2024 - CCEG-MO/CEG-MO/DE-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA Nº 121

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e um dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e quatro, às 09h:00 min (nove horas e trinta minutos), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão aberta realizada de forma presencial para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, intitulada "**Alternativas Eficientes no controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro**" de autoria de **Gabriela Araújo Martins** discente do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A sessão foi aberta pelo(a) presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca fez suas arguições, adotando-se o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Olericultura, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM OLERICULTURA**, na linha de pesquisa em Sistema de Produção em Olerícolas, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGOL da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo científico oriundo dessa Dissertação. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva.	IF Goiano- Campus Morrinhos.	Presidente
Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos.	IF Goiano - Campus Hidrolândia.	Membro externo
Prof. Dr. Claudinei Martins Guimaraes	IF Goiano- Campus Morrinhos.	Membro Interno

Documento assinado eletronicamente por:

- Leonardo de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/06/2024 10:06:18.
- Claudinei Martins Guimaraes, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO - VISITANTE, em 25/06/2024 10:01:15.
- Rodrigo Vieira da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/06/2024 09:54:00.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/06/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 610147

Código de Autenticação: 4990e1222c



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Morrinhos

Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000

(64) 3413-7900

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela saúde e por ter iluminado meu caminho para eu conseguir chegar até aqui.

Aos meus pais, Cristiano Martins da Silva e Luciana Divina de Araújo Martins, aos meus avós Antônio de Araújo e Maria José Cardoso de Araújo e irmão Otávio Araújo Martins que me apoiaram, encorajaram e deram apoio e suporte necessários, em todos os momentos. Ao meu namorado, Bruno Pereira dos Reis, que sempre me incentivou e apoiou durante todo tempo dedicado à minha vida acadêmica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva, pela orientação, suporte, paciência, ensinamentos, confiança e amizade. Sou muito grata por tudo e por todo conhecimento repassado. Obrigada por ser excelente profissional, dedicado e responsável.

A equipe do laboratório de Nematologia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, pelo suporte, amizade, trocas de experiências e pesquisas desenvolvidas. Sem vocês, nada disso seria possível. Em especial, a Viviane Loriene Nascimento, Isabeli Brito, Jasminy Ribeiro, Igor Morsolotto, Samara Rodrigues e Emanuelle Vicente.

As minhas grandes amigas da graduação, que se estenderam ao mestrado, Ana Paula Ferreira Gonçalves, Laryssa Márcia Caetano, Marina Nascimento e Quézia Mutaguti.

Ao Viveiro Beira Mato, por ter concedido mudas de alta qualidade para condução do experimento.

Ao Prof. Dr. Juscimar da Silva e a empresa Krilltech, por ter disponibilizado o produto arbolina utilizado no experimento.

Aos membros da banca Claudinei Martins Guimarães e Leonardo de Castro Santos, por aceitarem o convite e contribuírem com esta dissertação.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, por oportunizar ensino de excelência e proporcionar aos discentes estruturas que permite explorar ao máximo e necessário para pesquisas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura e aos docentes, pela competência, profissionalismo, dedicação e conhecimentos compartilhados, os quais foram essenciais para minha formação e produção desta dissertação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pela concessão da bolsa de mestrado, que foi de grande valia para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Gabriela Araújo Martins, filha de Cristiano Martins da Silva e Luciana Divina de Araújo Martins, nascida em 07 de janeiro de 2000, no município de Piracanjuba – Goiás. Em 2022, graduou-se em Agronomia pelo Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos. Em abril de 2022, ingressou-se no Mestrado Profissional em Olericultura, pela mesma instituição, realizando pesquisas acerca do controle de fitonematoides, sob a orientação do professor Dr. Rodrigo Vieira da Silva, que resultou em uma dissertação defendida no dia 21 de junho de 2024.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	v
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Cultura do jiloeiro (<i>Solanum gilo</i> R.).....	11
2.2 Nematoides.....	12
2.3 Nematoides de galhas.....	13
2.4 Manejo de nematoides das galhas em jiloeiro.....	14
2.5 Objetivos geral e específicos.....	17
2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
3. CAPÍTULO I.....	20
INTRODUÇÃO	22
MATERIAL E MÉTODOS	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

RESUMO

Martins, Gabriela Araújo. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, junho de 2024. Alternativas eficientes no controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro. Orientador: Dr. Rodrigo Vieira da Silva.

O jiló é considerado uma hortaliça importante e muito consumida no Brasil. Dentre os problemas fitossanitários dessa cultura, destacam-se os danos causados por nematoides de galhas radiculares. Portanto, ferramentas eficientes de manejo devem ser adotadas para otimizar o controle deste patógeno. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes estratégias de controle de *Meloidogyne javanica* na cultura do jiloeiro. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em Delineamento Inteiramente ao Acaso, cada parcela foi constituída de uma planta por vaso de 1L, contendo solo e areia autoclavados, misturados na proporção de 2:1 v/v. Foram analisados nove tratamentos e seis repetições, totalizando 54 unidades experimentais: T1 - Controle 1 - plantas inoculadas com *M. javanica*; T2 - Controle 2 - somente o jiloeiro; T3 - 6 L ha⁻¹ do biológico (*Bacillus methylophilicus*); T4 - 0,5 g L⁻¹ de indutor de resistência; T5 - 0,5 mL L⁻¹ de Arbolina®; T6 - 10 g L⁻¹ de torta de mamona; T7 - 20 g L⁻¹ de esterco bovino; T8 - 5 g L⁻¹ de esterco de galinha; e T9 - 50 g L⁻¹ de parte aérea de repolho. As mudas de jiloeiro, no estágio de 3 a 4 folhas, foram inoculadas com 5.000 ovos de *M. javanica*. Aos 15 e 45 dias após o transplante analisou o teor de clorofila, com o aparelho Clorofilog.

Após 60 dias da inoculação avaliaram as variáveis vegetativas (altura de plantas, massa de matéria fresca de raiz e de parte aérea, matéria seca de parte aérea) e nematológicas (número de galhas, ovos e fator de reprodução - FR). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-knott ($P \leq 0,05$). Para as variáveis de desenvolvimento vegetativo, o melhor tratamento foi o de torta de mamona, seguido do esterco de galinha e da incorporação de repolho. Nenhum dos tratamentos influenciaram o teor de clorofila dos jiloeiros. O tratamento mais eficaz no controle de *M. javanica* em jiloeiro foi a torta de mamona, reduzindo o número de galhas e ovos em 84,22% e 69,73%, respectivamente. Portanto, recomenda-se a torta de mamona, a 10 g L^{-1} , no controle de *M. javanica* em jiloeiro.

Palavras-chave: nematoides de galhas, manejo integrado, nutrição, olericultura, arbolina.

ABSTRACT

Martins, Gabriela Araújo. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, June of 2024. Efficiency of control alternatives for *Meloidogyne javanica* in jiloeiro. Advisor: Dr. Rodrigo Vieira da Silva.

Scarlet eggplant is considered an important and widely consumed vegetable in Brazil. Among its phytosanitary problems, the damage caused by root-knot nematodes stands out. Therefore, efficient management strategies must be adopted to optimize the control of these pathogens. The present work aims to evaluate the effect of different control strategies for *Meloidogyne javanica* in the jiloeiro crop. The experiment was carried out in a greenhouse, in a completely randomized design, each plot consisted of one plant per 1L pot, containing autoclaved soil and sand, mixed in a 2:1 v/v ratio. Nine treatments and six replications were analyzed, totaling 54 experimental units: T1 - Control 1 - plants inoculated with *M. javanica*; T2 - Control 2 - only the jiloeiro; T3 - 6 L ha⁻¹ of biological (*Bacillus methylotrophicus*); T4 - 0.5 g L⁻¹ of resistance inductor; T5 - 0.5 mL L⁻¹ of Arbolina®; T6 - 10 g L⁻¹ of castor bean cake; T7 - 20 g L⁻¹ of cattle manure; T8 - 5 g L⁻¹ of chicken manure; and T9 - 50 g L⁻¹ of aerial part of cabbage. Jiloeiro seedlings, at the 3 to 4 leaf stage, were inoculated with 5,000 *M. javanica* eggs. At 15 and 45 days after

transplanting, the chlorophyll content was analyzed using the Clorofilog device. After 60 days of inoculation, the vegetative variables (plant height, mass of fresh root and shoot matter, dry matter of the shoot) and nematological variables (number of galls, eggs and reproduction factor - FR) were evaluated. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Scott-knott test ($P \leq 0.05$). For vegetative development variables, the best treatment was castor bean cake, followed by chicken manure and cabbage incorporation. None of the treatments influenced the chlorophyll content of the jiloeiros. The most effective treatment in controlling *M. javanica* in jiloeiro was castor cake, which reduced the number of galls and eggs by 84.22% and 69.73%, respectively. Therefore, castor bean cake, at 10 g L⁻¹, is recommended to control *M. javanica* in jiloeiro.

Keywords: root-knot nematodes, nutrition, integrated management, horticulture, arbolina.

1. INTRODUÇÃO GERAL

As hortaliças destacam-se pelo elevado teor nutritivo, com grande quantidade de sais minerais e vitaminas na composição. Atualmente, vivencia-se “uma onda crescente” no consumo de hortaliças pelos brasileiros, influenciado pelas tendências de mudança nos hábitos alimentares, alavancando a demanda por maior produção de hortaliças no país. Além disso, os consumidores tornaram-se mais exigentes, tendo a necessidade de produzir alimentos de melhor qualidade e mais sustentáveis (FATIMA *et al.*, 2019).

O jiloeiro (*Solanum gilo* R.) é uma espécie de origem africana e família Solanaceae, introduzida no Brasil pelos escravos, no século XVII. Esta planta produz frutos do tipo baga, de coloração verde-claros e, quando maduros, apresentam cor vermelha ou alaranjada (Figura 1) (SILVA *et al.*, 2022). A produção brasileira de jiló é aproximadamente 80.000 toneladas (t) por ano e os principais produtores localizam-se na região sudeste do país (IBGE, 2017). O estado de Goiás produziu 6.495 t em 2020, gerando a receita de 14,5 milhões de reais (CEASA/GO, 2020).

Diversos agentes biológicos podem provocar prejuízos ao jiloeiro, com destaque para os nematoides de galhas radiculares: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*. O parasitismo de *Meloidogyne* causa graves sintomas ao sistema radicular, provocando o surgimento de galhas, que acarretam a redução na absorção de água e nutrientes pela planta. Os nematoides são responsáveis por ocasionar expressivas reduções na qualidade e produtividade do jiloeiro, inclusive, em certas condições podem inviabilizar o cultivo, com até 100% de prejuízos (ASSUNÇÃO *et al.*, 2021). Atualmente, não há, no mercado, a disponibilidade de nematicidas químicos e nem variedades resistentes registradas no Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) para o controle de nematoides no jiloeiro, dificultando ainda mais o manejo.

Dentre as estratégias mais utilizados para o manejo de nematoides, destacam-se o controle biológico, o controle cultural, a exemplo da matéria orgânica, resíduos orgânicos, incorporação de brássicas e os indutores de resistência. Estes métodos têm se tornado essenciais no manejo desse fitonematoide, por proporcionar melhor crescimento vegetativo da planta e favorecer o aumento da microbiota do solo. Entretanto, na literatura encontram-se poucos trabalhos sobre o tema para jiloeiro.

Para manejar nematoide de galhas em jiloeiro faz-se necessário empregar estratégias que tenham alta eficiência de controle e ação rápida na redução da densidade do nematoide. Um método de controle eficiente de fitonematoides consiste em manejar a adubação orgânica, de modo a oferecer boa condição nutricional e aumentar a tolerância das plantas e reduzir a infecção pelos nematoides (FERREIRA *et al.*, 2021). Portanto, a validação de novas estratégias de manejo, por meio de pesquisas científicas é essencial para o manejo integrado de nematoides de galhas em jiloeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do jiloeiro (*Solanum gilo* R.)

A família Solanaceae possui cerca de 150 gêneros e três mil espécies. Somente no Brasil possui aproximadamente 34 gêneros e 452 espécies de solanáceas, abrangendo plantas arbustivas, herbáceas ou arbóreas. Algumas espécies apresentam grande importância econômica e comercial, além de terem grande participação na alimentação humana e medicinal. Dentre as cultivadas destaca-se, a batata, o tomate, o pimentão e o jiloeiro (*Solanum gilo* R.), considerados hortaliças bastante difundidas no país e de alta apreciação de comercialização pelos brasileiros (LOPES *et al.*, 2020).

O jiloeiro tem o centro de origem na África e foi introduzida no Brasil pelos africanos no século XVII. Esta, é uma planta anual, herbácea, com caules eretos, ramos verdes e alongados. Apresenta de duas a três flores brancas juntas, porém somente uma torna-se fértil. Os frutos são do tipo baga e arredondados, possuem sabor amargo quando consumido imaturo, possui coloração verde-claro ou escuro e quando maduros apresentam coloração vermelha ou alaranjada (ALCANTARA; PORTO, 2019).

O fruto do jiló pode ser consumido de diversas formas: cru, em saladas, cozido, grelhado, fritos, assados entre outros. Além disso, também podem ser utilizados na medicina doméstica, porque os frutos apresentam propriedades antioxidantes reduzindo os níveis de colesterol. Os frutos apresentam a cerca de 92% de água, 1% de proteína, 6% de carboidratos e 0,3% de gordura. Também apresentam baixo valor calórico por apresentar quantidades consideráveis de vitaminas C, B5, cálcio, ferro e fósforo. Em

algumas regiões brasileiras o jiló também é utilizado na medicina caseira para combater gripes, febre e resfriados (SILVA *et al.*, 2022).

Por causa da sensibilidade ao frio, a melhor época de cultivo é entre os meses de agosto a fevereiro e em regiões de inverno ameno pode ser cultivado ao longo do ano. A temperatura ideal de cultivo do jiloeiro varia entre 18 e 25°C. Possui preferência por solos de boa drenagem, textura média, pH entre 5,5 a 6,8 e saturação por bases acima de 70%. A reprodução por semente é considerada o principal meio de propagação, podendo ser semeadas em bandejas ou diretamente no canteiro. A colheita do jiló inicia-se entre 80 e 100 dias após a semeadura, realizando a cerca de duas colheitas semanais, podendo ser prolongada de 3 a 5 meses (ALCANTARA; PORTO, 2019).

Os dados mais recentes de produção encontram-se registrado no censo agropecuário realizado em 2017, em que a produção de jiló no Brasil foi de 78.983 t. A região sudeste destaca-se por ser a principal região produtora, destaque para estados como Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais (IBGE, 2017). O Estado de Goiás, no ano de 2020, produziu a cerca de 6.495 t, gerando a receita de 14,5 milhões de reais. No ano de 2023, a variação de preço no CEASA – GO da caixa de 17 kg de jiló variou de R\$30,00 a R\$100,00 (CEASA/GO, 2023).



Figura 1. Cultivo de jiloeiro em vasos na casa de vegetação. A. Planta de jiloeiro cultivar morro grande verde-claro. B. Frutos verdes de jiloeiro. C. Frutos maduros de jiló com coloração vermelho-alaranjados.

2.2 Nematoides

Os nematoides são animais invertebrados do filo Nematoda, de corpo cilíndricos e filiforme, coloração quase transparente e locomoção serpentiforme. Possuem hábito aquáticos, porém, podem ser encontrados em diversos ambientes naturais úmidos. Os

nematoides podem ser classificados de acordo com seus hábitos alimentares, sendo divididos em três grupos: os de vida livre, parasitas de animais e os parasitas de plantas ou fitonematoides, como são denominados (FORGHANIE; HAJIHASSANI, 2019).

Os fitonematoides, ou seja, os que parasitam plantas, correspondem a 10% das espécies descritas do filo Nematoda. Estes são caracterizados pela presença de estilete, possuem de 0,2 a 3,0 mm de comprimento e parasitam principalmente raízes de plantas e outros órgãos, como por exemplo, bulbos, tubérculos, rizomas, caules, folhas, frutos e sementes (HAJIHASSANI *et al.*, 2019).

Em função dos grandes prejuízos, os fitonematoides apresentam grande importância para as hortaliças a nível mundial, ocorrendo principalmente em regiões de clima tropical. O manejo adequado de fitonematoides nas áreas de cultivo é essencial, esses vermes podem desenvolver ataques intensos, dificultando o desenvolvimento e produção das plantas, causando perdas de até 100%. No Brasil, o ataque de nematoides é intensificado, pela existência de grandes áreas de cultivo, promovendo o movimento de pessoas e máquinas agrícolas, materiais contaminados, manejo inadequado, disseminando os nematoides (ZARY *et al.*, 2020).

2.3 Nematoides de galhas

Os nematoides de galhas, gênero *Meloidogyne*, são considerados os de maior importância na econômica mundial. Este grupo de nematoides foi primeiramente descrito no Brasil, no cafeeiro em 1887, por Emílio Goeldi em plantas de café, na província do Rio de Janeiro. Dezenas de espécies de *Meloidogyne* foram relatadas ao redor do mundo, porém as que mais causam prejuízos em hortaliças no Brasil são os *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*. (PINHEIRO, 2017).

Os nematoides de galhas são classificados como parasitas obrigatórios de raízes e caules subterrâneos. Possuem alta capacidade de adaptação em diversos tipos de clima e solo, apresentando atividade durante todo o ano, em regiões de temperaturas mais quentes e solos úmidos. Todavia, em locais frios o ciclo de vida torna-se mais longo (PINHEIRO *et al.*, 2020).

O ciclo de vida dos nematoides do gênero *Meloidogyne* é iniciado quando a fêmea dentro da raiz realiza a deposição dos ovos, envoltos por uma matriz gelatinosa, que possui a função de protegê-los da dessecação. A fase de desenvolvimento embrionário culmina com o primeiro estágio juvenil (J1). Posteriormente, este, sofre uma ecdise no interior do ovo, ocasionada pela pressão do estilete e por ação de enzimas produzidas nas

glândulas esofagianas, dando origem ao juvenil de 2º estágio (J2). As plantas liberam exsudatos pelas raízes atraindo os J2, que locomovem no solo até encontrar o hospedeiro, após esse encontro, o J2 penetra a raiz e move-se entre as células do parênquima em direção ao córtex. A infecção ocorre quando o fitonematoide, após o estabelecimento do sítio de alimentação pressiona seu estilete na parede celular da planta liberando secreções das glândulas esofagianas e expandindo as células do cilindro vascular. Isto, aumenta as taxas de divisão celular, promovendo o aumento das células, pela hiperplasia e hipertrofia. Essas células, são responsáveis por nutrir os J3, J4, adultos e fêmeas (XIANG; LAWRENCE; DONALD, 2018). Na **figura 2**, a seguir, é possível observar o ciclo de vida do gênero *Meloidogyne* em jiloeiro.

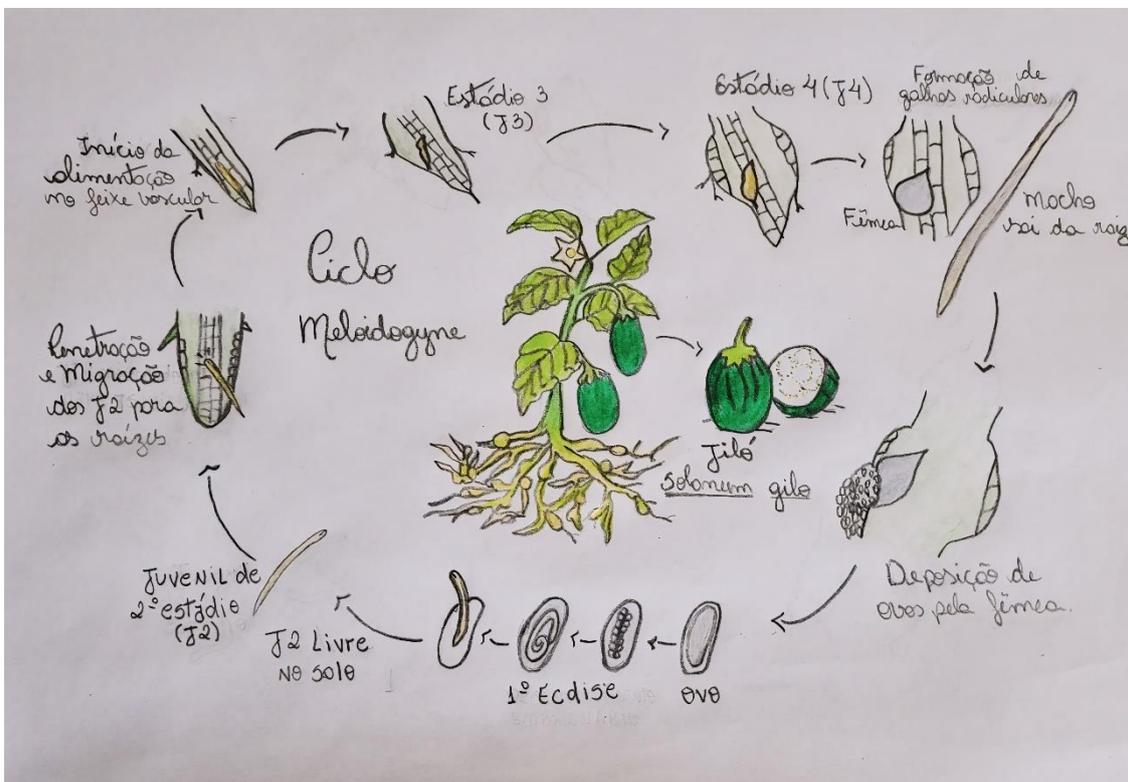


Figura 2: Esquema ilustrativo do ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. em jiloeiro.

2.4 Manejo de nematoides das galhas em jiloeiro

As principais espécies de *Meloidogyne* que parasitam o jiloeiro são *M. javanica* e *M. incognita*. Os sintomas manifestados são desenvolvimento reduzido, murcha nas horas mais quentes do dia, queda de produção, nanismo, clorose e sintomas que podem ser confundidos com deficiência nutricional, conforme observado na figura 3 (GUIMARÃES

et al., 2021). Nas raízes das plantas, as galhas são visíveis ao longo do sistema radicular da planta, além disso, outros patógenos secundários podem instalar-se nas raízes, causando apodrecimento, como por exemplo, os fungos *Fusarium* sp., *Sclerotium rolfsii* e *Verticillium* sp. A sua disseminação pode ser facilitada pela movimentação no solo por máquinas e implementos agrícolas, água, sementes e mudas contaminados, pelo homem e animais (PINHEIRO, 2017).

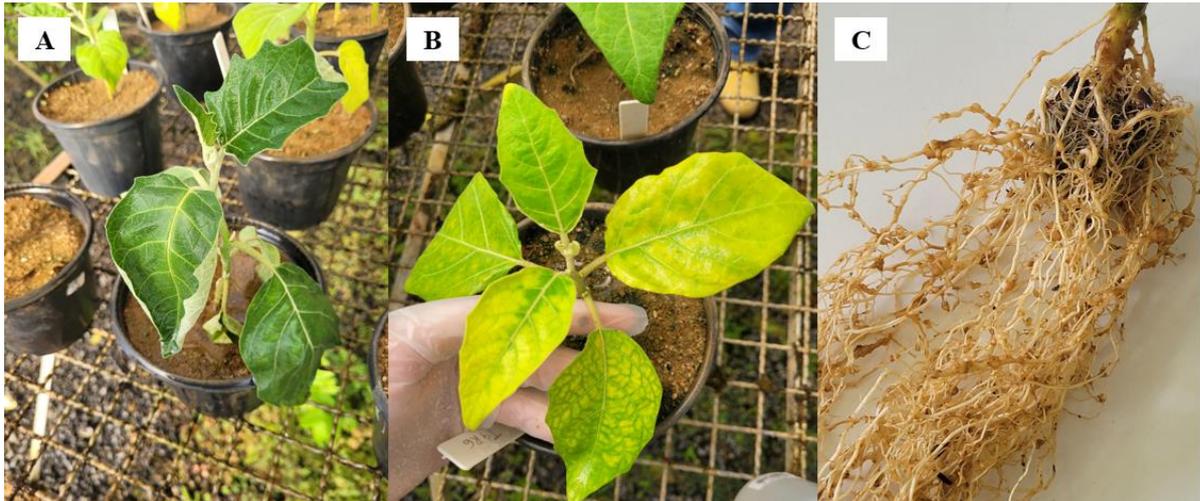


Figura 3. Sintomas causados por *Meloidogyne javanica* em jiloeiro. A. Murcha. B. amarelecimento da parte aérea. C. presença de galhas nas raízes.

Após o estabelecimento dos fitonematoídeos na área, torna-se muito difícil realizar a erradicação, logo, a prevenção é a melhor maneira de controle destes patógeno no solo. Portanto, têm-se buscado métodos de controle alternativos com a finalidade de reduzir a densidade populacional no solo e mantê-las em níveis mais baixos para que não causar danos econômicos. O controle químico sintético nem sempre é eficaz, além disso, não existem nematicidas registrados no Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) para a cultura do jiloeiro.

Para manejar nematoíde de galhas em jiloeiro é necessário empregar estratégias que tenham alta eficiência de controle e que necessitem de pouco tempo, desde a aplicação até a redução da densidade do nematoíde. Um método de controle eficiente consiste em manejar a adubação, seja esta: orgânica, verde, resíduos orgânicos e biofertilizantes, possibilitando obter plantas com boa condição nutricional, além de aumentar a tolerância e reduzir a infecção pelos nematoídes (FERREIRA *et al.*, 2021).

A adubação com resíduos orgânicos e agroindustriais, a exemplo de esterco de bovinos, aves e torta de mamona, é considerada eficiente no controle de fitonematoides. A adubação com matéria orgânica, melhora as propriedades físico-químicas do solo, aumentando a atividade microbiana que pode estimular os inimigos naturais, agindo contra os nematoides. Outra forma de ação da matéria orgânica ocorre pela decomposição, e pode liberar compostos químicos com atividade nematicida (GUIMARÃES *et al.*, 2020). Em trabalho realizado por Santos (2018) em jiloeiro, utilizando esterco bovino e torta de filtro provocou a redução de 51,44 e 52,39% a quantidade de ovos e J2 de *M. javanica*, respectivamente.

Incorporar materiais orgânicos no solo, com o objetivo de liberar compostos voláteis (COV), capazes de controlar os nematoides, também tem se tornado uma prática comum. É muito utilizada, a incorporação com brássicas, pois estas liberam um COV denominado de isotiocianato (ITC), que possui ação nematicida (BRENNAN; GLAZECORCORAN; HASHEMI, 2020).

De acordo com Hemmati e Saeedizadeh (2020), realizar a substituição de nematicidas químicos sintéticos por fertilizantes pode tornar uma estratégia viável e aceitável, para alcançar bons resultados na redução de fitonematoides. Uma vez que reduz a população desse patógeno, além de oferecer boa condição nutricional as plantas e tornar as plantas mais tolerantes a infecção pelos fitonematoides.

A arbolina é um fertilizante nanotecnológico originado de nanocompostos de carbono. É uma nanopartícula obtida de matéria-prima renovável e alguns estudos mostram que possui efeitos benéficos sobre diferentes culturas, a exemplo: milho, soja, feijão e hortaliças. A arbolina tem sido estudada como biorregulador de plantas para garantir melhora na absorção de ampla gama de nutrientes, além de ter grande potencial para aumentar a tolerância das plantas a estresses bióticos e abióticos (KRILLTECH, 2021). Ainda não possuem resultados publicados em artigos científicos acerca da eficiência da arbolina sobre nematoides. Porém em pesquisa de iniciação científica realizada mostrou que a arbolina na dosagem de 1,5 g L⁻¹ reduziu o número de ovos por grama de raiz em 30,92%, em mudas de jiló inoculadas com *M. incognita* (SILVA *et al.*, 2023). Dessa forma, novas pesquisas devem ser realizadas para verificar se esse fertilizante possui potencial para reduzir população de fitonematoides.

Os indutores de resistência também têm se tornado uma das substâncias estudadas, pois está envolvida na ativação de mecanismos de resistência das plantas, proporcionando mais tolerância a estresses bióticos e abióticos (LIMA *et al.*, 2020). O acibenzolar-S-metil

(ASM) tem se destacado por ser indutor de resistência apresentando baixa toxicidade e o modo de ação é de forma sistêmica, promovendo a indução de resistência na planta sem apresentar efeito direto sobre o alvo. O ASM age desencadeando enzimas que são responsáveis por causar a lignificação da parede celular da planta, tornando mais resistente ao ataque de patógenos (SIQUEIRA *et al.*, 2019).

O uso de agentes de controle biológico encontra-se em franca expansão sendo uma estratégia de controle viável e eficaz para os fitonematoides. Assim, várias espécies bacterianas são estudadas por exibirem alta atividade nematicida, especialmente, as bactérias do gênero *Bacillus*, as mais abundantes bactérias de solo (ENGELBRECHT *et al.*, 2022). Além de suprimir os fitonematoides via redução da eclosão, além de afetar a mobilidade, as espécies do gênero *Bacillus* também são utilizadas para aumentar a produtividade das plantas, promovendo o desenvolvimento e crescimento das plantas (OLIVEIRA, 2018).

2.5 Objetivos geral e específicos

Objetivo geral

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito das diferentes estratégias de controle sobre a reprodução de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro e no desenvolvimento vegetativo.

Objetivos específicos

Avaliar o efeito dos tratamentos sobre o desenvolvimento vegetativo do jiloeiro.

Estudar a ação dos tratamentos sobre reprodução de *M. javanica* na cultura do jiloeiro em ambiente protegido.

Gerar informações técnicas para o manejo de *M. javanica*, a partir da utilização de diferentes estratégias de controle.

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, H. P.; PORTO, F. G. M. Influência de fertilizante foliar com aminoácidos na cultura do jiló. **Brazilian Journal of Development**, 5, 6: 5554-5563, 2019.

- ASSUNÇÃO, et al. Espécies de *Meloidogyne* em alface na região Agreste do estado de Alagoas. **Summa Phytopathologica**, 47, 1: 60-61, 2021.
- BRENNAN, R. J. B.; GLAZE-CORCORAN, S.; HASHEMI, M.; Biofumigation: An alternative strategy for the control of plant parasitic nematodes. **Journal of Integrative Agriculture**. 1: 1680- 1690, 2020.
- ENGELBRECHT, G. et al. Filtrados de *Bacillus* spp. mistos inibem a motilidade juvenil de segundo estágio dos nematoides das galhas. **Rizosfera**, 22, 100528, 2022.
- FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. **Production quantities of Lettuce and chicory by country**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 31 de janeiro de 2024.
- FATIMA, et al. Adubação silicatada como atenuante do estresse hídrico no crescimento e trocas gasosas de alface. **Revista Engenharia na Agricultura**, 27, 171: 1-9, 2019.
- FERREIRA, P. A. et al. Aplicação do fertilizante organomineral ufv-tm100 no desenvolvimento de plantas de alface, pepino, banana e de café e no controle de *Meloidogyne* spp. **Revista Panorâmica online**, 32: 149-164, 2021.
- FORGHANI, F.; HAJIHASSANI, A. Avanços recentes no desenvolvimento de tratamentos ambientalmente benignos para o controle de nematoides das galhas. **Frontiers in Plant Science**, 11, 1125: 1-13, 2019.
- GUIMARÃES, N. N. et al. Effect of Plant Waste Addition on Control of *Meloidogyne javanica* on *Lettuce* Crop. **Brazilian Journal of Biology**, 6, 1: 2350-2357, 2020.
- HAJIHASSANI, A. R. et al. Caracterização da resistência aos principais nematoides tropicais das galhas (*Meloidogyne* spp.) em *Solanum sisymbriifolium*. **Phytopathology**, 110: 666-673, 2019.
- HEMMATIA, S.; SAEEDIZADEHB, A.; Root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, in response to soil fertilization. **Brazilian Journal of Biology**, 2: 1-10, 2020.
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo Agropecuário. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2024.
- LIMA, L. D. et al. Avaliação bioquímica e fisiológica em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) submetida ao indutor de resistência acibenzolar-s-metil. **Diversitas Journal**, 5, 4: 2374-2393, 2020.
- LIMA, R. L. S. et al. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. **Revista Caatinga**, 21, 5: 102-106, 2008.
- LOPES, M. F. Q. et al. Emergência e vigor de sementes *Solanum gilo* Raddi de diferença Um nível diferente de água. **MAGISTRA**, 31: 587-593, 2020.
- NEVES, W. S.; LOPES, E. A.; FERREIRA, P. A.; Uso de produtos e extratos vegetais no controle de nematoides. **EPAMIG**, 1, 22: 118, 2021.
- NEVES, W. S. et al. Biofumigação do solo com espécies de brássicas para o controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, 31, 3: 195-201, 2007.
- OLIVEIRA, E. F. **Utilização de microrganismos e torta de filtro em cana-de-açúcar cultivada em áreas com nematoides**. Tese de doutorado, p.77, 2018.

PINHEIRO, F. F. et al. Nematoides associadas à cultura da palma forrageira. **Brazilian Journal of Development**, 6, 9: 69576-69590, 2020.

PINHEIRO, J. B.; **Nematoides em hortaliças**. 1º edição. EMBRAPA, Brasília – DF, 1: 1-193, 2017.

SANTOS, B. H. C. et al. Silicato de cálcio e magnésio no controle de *Meloidogyne javanica* em pepineiro em diferentes texturas de solo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, 8, 1: 104-109, 2018.

SANTOS, L. **Influência de resíduos orgânicos no manejo de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro**. Dissertação de mestrado, 1-40, 2018.

SANTOS, L. et al. Organic residue controls *Meloidogyne javanica* and improves gas exchange and development in the gilo. **Revista Ciência Agronômica**, 55: e20218054, 2023.

SILVA, J. R. B. et al. Caracterização físico-química e biométrica do fruto Jiló (*Solanum gilo* Raddi). **Research, Society and Development**, 11, 4: e34211427323-e34211427323, 2022.

SIQUEIRA, I. T. D. et al. Indução de resistência por acibenzolar-S-metil em feijão caupi no controle da antracnose. **Summa Phytopathologica**, 45, 1: 76-82, 2019.

XIANG, N.; LAWRENCE, Kathy S.; DONALD, P. A. Potencial de controle biológico da supressão de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas de *Meloidogyne incognita* em algodão e *Heterodera glycines* em soja: Uma revisão. **Journal of Phytopathology**, 166: 449-458, 2018.

ZARY, M. C. et al. Efeito de quatro plantas antagonistas na redução populacional de *Meloidogyne javanica*. **Agrarian Academy**, 7, 13: 75-85, 2020.

3. CAPÍTULO I

Torta de mamona destaca-se no manejo de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro

(Normas de acordo com a Revista Caatinga)

RESUMO – Um grande desafio na produção de jiló é o ataque de nematoides de galhas. Devido à ausência de variedades resistente e produtos registrados para o controle de *Meloidogyne* em jiloeiro, novas alternativas de controle devem ser estudadas. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes estratégias de controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro. O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, em delineamento inteiramente ao acaso, constituído de nove tratamentos e seis repetições, totalizando 54 unidades experimentais. Cada parcela foi constituída de uma planta por vaso de 1L, contendo solo e areia auto clavados na proporção de 2:1 v/v. Os tratamentos foram: T1 - Controle 1 - plantas inoculadas com *M. javanica*; T2 - Controle 2 - somente o jiloeiro; T3 - 6 L ha⁻¹ do biológico (*Bacillus methylotrophicus*); T4 - 0,5 g L⁻¹ de indutor de resistência; T5 - 0,5 mL L⁻¹ de Arbolina®; T6 - 10 g L⁻¹ de torta de mamona; T7 - 20 g L⁻¹ de esterco bovino; T8 - 5 g L⁻¹ de esterco de galinha; e T9

- 50 g L⁻¹ de parte aérea de repolho. As mudas de jiloeiro no estágio de 3 a 4 folhas foram inoculadas com 5.000 ovos de *M. javanica*. Foram realizadas análises de clorofila, com o aparelho Clorofilog, aos 15 e 45 dias após o transplântio. Após 60 dias da inoculação foram avaliadas as seguintes variáveis: número de ovos, fator de reprodução (FR), altura de plantas, massa de matéria fresca de raiz e de parte aérea. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-knott ($P \leq 0,05$). Para as variáveis de desenvolvimento vegetativo o melhor tratamento foi o de torta de mamona, na concentração de 10g L⁻¹, seguido de 5g L⁻¹ de esterco de galinha e 50g L⁻¹ de incorporação de repolho. Nenhum dos tratamentos influenciaram o teor de clorofila da planta. O tratamento mais eficaz no controle de *M. javanica* em jiloeiro foi a torta de mamona, reduzindo o número de galhas e ovos em 84,22% e 69,73%, respectivamente. Recomenda-se a torta de mamona a 1% no controle de *M. javanica* em jiloeiro.

Palavras-chave: resíduos orgânicos, controle biológico, ricina, indutor de resistência.

ABSTRACT – A major challenge in scarlet eggplant production is the attack by root-knot nematodes. Due to the absence of resistant varieties and products registered for control of *Meloidogyne* in field crops, new control alternatives must be studied. Thus, the present work aimed to evaluate the effect of different control strategies for *Meloidogyne javanica* in jiloeiro. The experiment was carried out under greenhouse conditions, in a completely randomized design, consisting of nine treatments and six replications, totaling 54 experimental units. Each plot consisted of one plant per 1L pot, containing autoclaved soil and sand in a 2:1 v/v ratio. The treatments were: T1 - Control 1 - plants inoculated with *M. javanica*; T2 - Control 2 - only the jiloeiro; T3 - 6 L ha⁻¹ of biological (*Bacillus methylothrophicus*); T4 - 0.5 g L⁻¹ of resistance inductor; T5 - 0.5 mL L⁻¹ of Arbolina®; T6 - 10 g L⁻¹ of castor bean cake; T7 - 20 g L⁻¹ of cattle manure; T8 - 5 g L⁻¹ of chicken manure; and T9 - 50 g L⁻¹ of aerial part of cabbage. Jiloeiro seedlings at the 3 to 4 leaf stage were inoculated with 5,000 *M. javanica* eggs. Chlorophyll analyzes were carried out using the Clorofilog device at 15 and 45 days after transplanting. After 60 days of inoculation, the following variables were evaluated: number of eggs, reproduction factor (FR), plant height, mass of fresh root and shoot matter. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Scott-knott test ($P \leq 0.05$). For the vegetative development variables, the best treatment was castor bean cake, at a concentration of 10g L⁻¹, followed by 5g L⁻¹ of chicken manure and 50g L⁻¹ of cabbage

incorporation. None of the treatments influenced the plant's chlorophyll content. The most effective treatment in controlling *M. javanica* in jiloeiro was castor cake, which reduced the number of galls and eggs by 84.22% and 69.73%, respectively. 1% castor cake is recommended to control *M. javanica* in jiloeiro.

Keywords: organic waste, biological control, ricin, resistance inducer.

INTRODUÇÃO

O jiloeiro (*Solanum gilo* R.) é uma hortaliça bastante cultivada no Brasil, por causa do fácil cultivo e economicamente rentável (LOPES *et al.*, 2020). Seus frutos são muito utilizados na culinária e medicina doméstica brasileira, apresentam propriedades antioxidantes, além de vitaminas e proteínas na composição. O jiloeiro apresenta papel importante na economia da agricultura familiar pelo valor econômico e expressiva produtividade durante o ano todo (SILVA *et al.*, 2022).

Um grande problema fitossanitário enfrentado pelos produtores de jiló são os nematoides de galhas: *M. javanica* e *M. incognita*. Estes vermes de solo causam graves sintomas ao sistema radicular, provocando o surgimento de galhas e, conseqüentemente, redução da absorção de água e nutrientes que vêm limitando a qualidade e a produtividade da cultura ((PINHEIRO, 2017; PINHEIRO *et al.*, 2021).

O manejo de *Meloidogyne* na cultura do jiló não tem sido tarefa fácil, uma vez que não há nematicida registrado no MAPA para essa cultura, nem variedades resistentes, além da escassez de trabalhos relacionados ao controle de nematoides. Portanto, o emprego de controle alternativo de nematoides tem crescido bastante nas últimas décadas, buscando reduzir o uso indiscriminado de nematicidas químicos, proteger o ambiente e a saúde do consumidor, por isso, é uma interessante opção a ser utilizada para ajudar os produtores de jiló no controle de fitonematoides (PINHEIRO, 2017).

Uma ferramenta de manejo alternativo que vem expandido muito nos últimos anos é o uso de controle biológico, que podem atuar competindo ou agindo diretamente sobre os fitonematoides. As bactérias do gênero *Bacillus* também tem sido muito utilizada nesse manejo, promovendo o biocontrole de fitonematoides, por meio da redução da eclosão e penetração dos juvenis, além de melhorar o desenvolvimento e crescimento das plantas (ALJAAFR *et al.*, 2017).

Os indutores de resistência, têm ganhado destaque no manejo de fitonematoides, por promover a capacidade de defesa das plantas ao ataque de patógenos. A ativação da defesa da planta ocorre via ativação de um conjunto de genes específicos, para a codificação de proteínas e enzimas relacionadas a resposta de defesa de plantas aos patógenos. O acibenzolar-S-metil (ASM) é indutor de resistência que tem apresentado efeitos positivos contra doenças fúngicas, bacterianas e virais em diversas culturas (BRITO *et al.*, 2016). Logo, o efeito para nematoides também tem sido estudado, e o uso de ASM reduziu o número de galhas, massa de ovos e ovos em raízes de tomateiro inoculado com *M. incognita* (SILVA *et al.*, 2004).

O manejo cultural por meio da adubação com material orgânico, como por exemplo, esterco bovino, galinha e resíduos orgânicos como a torta de mamona, além de promover o crescimento vigoroso das plantas e manter o balanço nutricional, é responsável por aumentar a microbiota do solo e liberar substâncias tóxicas aos fitonematoides, rompendo a proteção dos ovos, causando a eclosão prematura do juvenil (SAEEDIZADEH *et al.*, 2020). De acordo com Hemmati e Saeedizadeh (2020), investir na adubação da planta com fertilizantes, resíduos orgânicos e biofertilizantes, podem se tornar uma estratégia viável e aceitável para alcançar bons resultados na redução de nematoides. Outra estratégia de controle para os nematoides de galhas pode ser pela incorporação de restos vegetais, como por exemplo as brássicas, com o objetivo de liberar substâncias, como o isotiocianato (ITC), capazes de atuar como nematicidas (BRENNAN; GLAZE-CORCORAN; HASHEMI, 2020).

Diante do exposto, em relação aos problemas enfrentados pelos produtores de jiló, devido ao parasitismo de nematoides de galhas, estudar novas formas de controle de *M. javanica* são essenciais. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar a eficiência de diferentes estratégias de controle do nematoide *M. javanica* em jiloeiro, utilizando resíduos orgânicos, biofertilizantes, indutores de resistência, incorporação de brássicas e controle biológico.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção e multiplicação de *Meloidogyne javanica*

A população de *M. javanica* foi obtida a partir de raízes de jiloeiro infectadas cultivadas em multiplicação em casa de vegetação. A confirmação da espécie foi realizada com exames do padrão perineal das fêmeas, pela comparação das estrias encontradas na

região genital (TAYLOR & NETSCHER, 1974) e análise de isoenzima esterase (ITO, 2019; ORNSTEIN, 1964; DAVIS, 1964).

Extração dos ovos de *M. javanica*

A metodologia utilizada para a extração dos ovos de *M. javanica* foi a de Boneti e Ferraz (1981). As raízes da planta infectada foram separadas do solo, lavadas em água corrente e fragmentá-las de 1 a 2 cm. A seguir, transferiu as raízes para um liquidificador, preenchendo com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% de cloro ativo e triturou na menor rotação por 20 segundos. A suspensão obtida foi vertida em peneira de 200 mesh, sobreposta por uma de 500 mesh. A suspensão obtida foi quantificada com o auxílio da câmara de Peters sob microscópio fotônico na ampliação de 100 X, com a calibração de 1000 ovos por mL.



Figura 4. Extração de nematoides pelo método de Boneti & Ferraz (1981). A e B. fragmentação das raízes. C. bater 20 segundos no liquidificador. D, E e F verter a solução para as peneiras de 200 sobreposta na de 500 mesh. G. realizar a contagem de número de ovos em microscópio fotônico. H. Visualização de ovos de *Meloidogyne javanica* no microscópio fotônico.

Local do experimento

A presente pesquisa foi conduzida em casa de vegetação e laboratório de Nematologia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, localizado no município de Morrinhos, Goiás.



Figura 5. Locais do experimento no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos. A casa de vegetação. B. Laboratório de Nematologia Agrícola.

Preparação do substrato

O substrato para o preenchimento dos vasos foi constituído de uma mistura de latossolo e areia na proporção 2:1 e levados para autoclave (120°C por 2 h) para fazer a esterilização (Figura 6). A seguir realizou-se uma amostragem do substrato para análise química (Figura 7). A saturação por bases do substrato foi corrigida para 70% com a adubação de NPK, conforme a recomendação da 5ª aproximação para a cultura do jiloeiro (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).



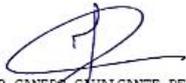
Figura 6. Preparo do solo. A. coleta do solo. B e C. autoclavagem do solo. D. preenchimento dos vasos com solo autoclavado.

Propriedade: IF GOIANO		Cultura....: JILO		Entrada: 17/02/2023							
Remetente : COOP.MISTA DOS PROD.LEITE DE MORRINHOS		Material : SOLO		Emissao: 23/02/2023							
		cmolc/dm3 (mE/100 ml)					mg/dm3 (ppm)				
Lab.	Amostra	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(Total)	P(Melich)	P(Resina)	P(Remanes)
J24409		0,5*	0,2*	0,0	1,7	0,05	19,5		1,1		

		mg/dm3 (ppm)		micronutrientes mg/dm3 (ppm)					
Lab.	Amostra	S	N(Total)	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn
J24409		2,8		0,2	1,4		2,0	24,4	4,0

		Dados Complementares								g/dm3	
Lab.	Amostra	CTC	Sat.Bases	Sat.Al	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC	Mat.Org.	Carbono
J24409		2,45	30,65%		2,50	20,41%	8,16%	2,04%	69,39%	9,0	5,22

		pH		Textura (g/Kg)			
Lab.	Amostra	H2O	CaCl2	KCl	Argila	Silte	Areia
J24409			5,5		370,0*	90,0	540,0*



IGOR CANEDO CAVALCANTE DE CASTRO
Engenheiro Agrônomo
CREA-GO 1017520/20/D

Figura 7. Resultado da análise do substrato utilizado no experimento.

Delineamento experimental

O ensaio foi conduzido em Delineamento inteiramente ao acaso, constituído de nove tratamentos e seis repetições, totalizando 54 unidades experimentais. Os tratamentos foram: T1 - Controle 1 - plantas inoculadas com *M. javanica*; T2 - Controle 2 - somente o jiloeiro; T3 - 6 L ha⁻¹ do biológico (*Bacillus methylotrophicus*); T4 - 0,5 g L⁻¹ de indutor de resistência; T5 - 0,5 mL L⁻¹ de Arbolina®; T6 - 10 g L⁻¹ de torta de mamona; T7 - 20 g L⁻¹ de esterco bovino; T8 - 5 g L⁻¹ de esterco de galinha; e T9 - 50 g L⁻¹ de parte aérea de repolho.

As doses dos produtos de controle biológico, arbolina e indutor de resistência ASM foram definidas seguindo a recomendação do fabricante. As doses de torta de mamona, esterco bovino e esterco de galinha foram definidas seguindo a recomendação de adubação orgânica da 5ª aproximação (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999). A dose de repolho foi definida com base em revisão bibliográfica de artigos recentes, para verificar quais doses tinham potencial controle de nematoides do gênero *Meloidogyne* (NEVES *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2023).

Instalação do experimento

Foram utilizadas mudas de jiloeiro comprido cv. Morro grande verde-claro, com 15 dias e 3 a 4 folhas definitivas. A incorporação dos tratamentos torta de mamona, esterco bovino e de galinha e repolho foram realizadas após o enchimento dos vasos via sulco e após 3 dias realizou o transplântio das mudas (figuras 9 e 10). O repolho foi fragmentado em pedaços de 3 a 5 cm e incorporados ao solo. A aplicação do controle biológico, indutor de resistência e arbolina foram realizados no dia da inoculação. O tratamento de controle biológico foi aplicado via sulco de plantio, com apenas uma única aplicação no dia da inoculação. O tratamento arbolina foi aplicado via solo, totalizando quatro aplicações realizadas a cada 15 dias. E, o tratamento com o indutor de resistência foi aplicado via foliar com o auxílio de um pulverizador manual, até o ponto de escorrimento, sendo feitas quatro aplicações a cada 15 dias (Figura 12).

Aos 7 dias após o transplântio, realizou-se a inoculação de 5 mL da suspensão de ovos, calibrada para 1000 ovos/mL em três furos realizados no solo de 2 cm de profundidade próximo ao colo da planta (figura 8). Após a inoculação, as plantas foram retiradas da irrigação automática e foram irrigadas manualmente com o auxílio de um Becker, recebendo 50 mL de água por vaso para evitar a percolação dos ovos. após os cinco dias, as plantas voltaram a receber irrigação automática normalmente. Posteriormente, foram realizados os tratos culturais de acordo com a necessidade de cultivo, seguindo as recomendações da 5ª aproximação (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999). O controle da irrigação foi realizado conforme a recomendação para a cultura do jiloeiro.



Figura 8. Inoculação de 5.000 ovos de *Meloidogyne javanica* em muda de jiloeiro.

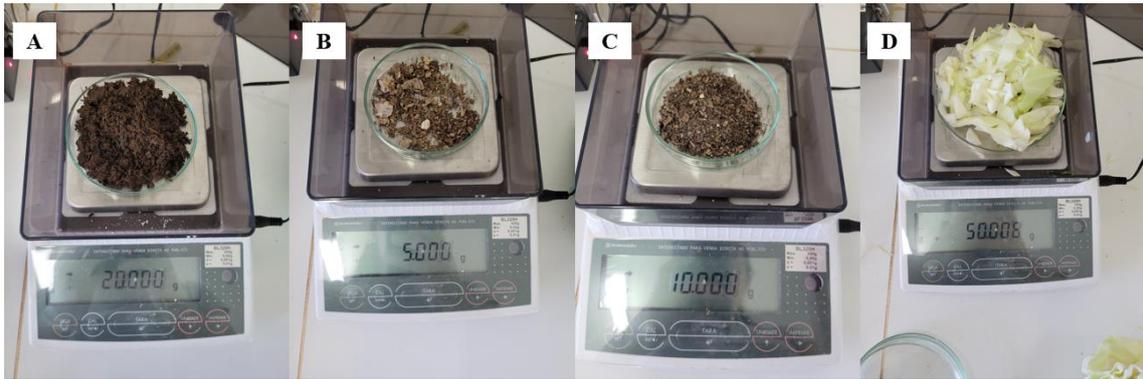


Figura 9. Aferição das massas dos tratamentos. A. esterco bovino. B esterco de galinha. C. torta de mamona. D. repolho.



Figura 10. Incorporação dos tratamentos de esterco bovino, de galinha, torta de mamona e incorporação de repolho.



Figura 11. Etapas do transplântio das mudas de jiloeiro cultivar morro grande verde-claro. A e B Transplântio de mudas de jiloeiro. C e D mudas transplântadas.

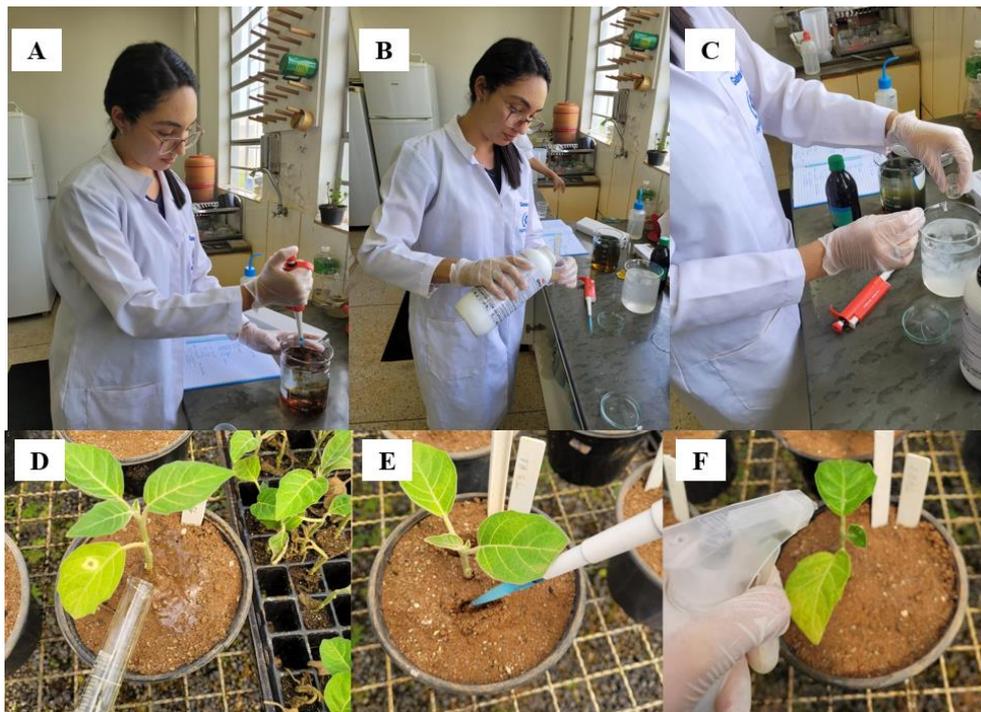


Figura 12. Preparação dos tratamentos. A. Preparo da arbolina. B. Preparação do agente de controle biológico. C. Indutor de resistência. D. aplicação da arbolina em jiloeiro. E. aplicação de *Bacillus methylotrophicus* via sulco. F. aplicação foliar do indutor de resistência.

Avaliações e análise estatística

Foram realizadas duas avaliações de clorofila com o aparelho Clorofilog, modelo CFL 2060, aos 15 e 45 dias após o transplante (Figura 13). Os teores de clorofila foram retirados retirando três leituras de uma folha por parcela, quantificando a Clorofila a (CLRa), Clorofila b (CLRb) e clorofila total (CLRt) (FERREIRA *et al*, 2023).



Figura 13. Avaliação do teor de clorofila, com o auxílio do Clorofilog, em jiloeiros, inoculados com 5000 ovos de *Meloidogyne javanica*.

Após 60 dias da inoculação foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de plantas (ALTP) com auxílio de régua graduada, massa de matéria fresca de raiz (MFR) e de parte aérea (MFPA) aferido a massa em balança digital de precisão (Figura 14). A parte aérea foi colocada em envelopes de papel e em seguida na estufa a 65°C por 72 horas, para obter a matéria seca de parte aérea. O número de galhas foi quantificado com o auxílio de um contador manual, o número de ovos pelo método de Bonetti e Ferraz (1981) e o fator de reprodução (FR): $\text{População final (Pf)} / \text{População inicial (Pi)}$, pelo método de Oostenbrink (1966).



Figura 14. Avaliação do experimento em jiloeiros, inoculados com 5000 ovos de *Meloidogyne javanica*. A. medindo altura de plantas. B. Contagem do número de galhas. C. aferição da massa de parte aérea. D. aferição da massa matéria fresca de raiz.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-knott ($P \leq 0,05$). As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a condução do experimento, a temperatura média da casa de vegetação ficou próximo de $25^{\circ}\text{C} \pm 2$. As condições de experimento foram favoráveis a reprodução de *M. javanica*, conforme observado no controle positivo de jiloeiro, que apresentou expressiva taxa de reprodução, com o número de ovos médios de 28.047 por planta de jiloeiro. A temperatura ideal para a eclosão de juvenis é de 25 a 30°C , segundo Tihohod (2000). Ressaltando que as condições ambientais da casa de vegetação foram as recomendadas para a boa reprodução desse fitonematoide, apresentando diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos utilizados. Também foram observados no jiloeiro sintomas como amarelecimento foliar e galhas radiculares causadas pelo parasitismo do nematoide (Figura 15).



Figura 15. Sintomas de Amarelecimento foliar em jiloeiro causado pelo parasitismo de *Meloidogyne javanica*.

As variáveis de clorofila analisadas aos 15 e 45 dias não foram influenciadas pelos tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 1). Todavia, verificou-se efeito significativo a ($p \leq 0,01$) para as variáveis de desenvolvimento vegetativo como matéria fresca de raiz e parte aérea, matéria seca de parte aérea e altura de plantas. A aplicação dos tratamentos resultou em diferenças significativas a ($p \leq 0,01$) para as variáveis reprodutivas como número de galhas e de ovos.

Tabela 1 – Análise de variância do Número de Ovos (NO), número de galhas (NG), matéria fresca de raiz (MFR), matéria fresca de parte aérea (MFPA), matéria seca de parte aérea (MSPA), altura de planta (ALTP), clorofila aos 15 dias (CL15D), clorofila aos 45 dias (CL45D) em jiloeiros inoculados com *Meloidogyne javanica*, 2023.

Causas de Variação	G L	Quadrados Médios							
		NO	NG	MFR	MFPA	MSPA	CL15D	CL45D	ALTP
Tratamento	8	460004075,4 **	14382,0* *	2516,7* *	369,6* *	25,1**	38,0 ^{NS}	137,0 ^{NS}	552,5**
Resíduo	45	13440489,9	112,7	70,4	3,0	0,2	33,5	83,8	16,5
Coefficiente de Variação (%)		20,1	13,2	24,6	12,5	14,5	12,8	23,8	16,1

GL - Graus de liberdade; ^{NS} - Não significativo pelo teste de F; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F; * - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

O teor de clorofila nos jiloeiros não foi influenciado pelos tratamentos. Estudar a clorofila é importante, pois, um dos principais sintomas de *Meloidogyne* é o amarelecimento foliar, que conseqüentemente, afeta os processos fisiológicos, como a fotossíntese. Logo, quantificar a clorofila evidencia se a planta pode estar sofrendo com estresses físicos ou bióticos, que causam alterações o processo fotossintético (SILVA *et al.*, 2020). A ausência de diferença estatística pode ter ocorrido porque as plantas de jiló são tolerantes ao ataque do nematoide, pelo menos na fase mais jovem, além de receber a nutrição adequada, de acordo com a análise de solo, durante o período experimental, elevando a saturação por bases para 70%. As plantas não sofreram variação no teor de clorofila, pois a nutrição adequada ajudou a minimizar os sintomas de parte aérea causados pelo parasitismo de *M. javanica*. Provavelmente, porque as plantas bem nutridas suportam melhor as injúrias causadas por fitonematoides (SILVA *et al.*, 2020).

Tabela 2. Valores médios das variáveis de clorofila aos 15 dias e clorofila aos 45 dias em jiloeiros inoculados com 5000 ovos de *Meloidogyne javanica*.

Tratamentos	Variáveis Analisadas	
	Clorofila 15 dias	Clorofila 45 dias
Controle 1 (inoculado)	45,91a	37,76a
Controle 2 (sem inoculação)	41,99a	37,69a
Biológico	42,15a	38,50a
Indutor de resistência	43,85a	46,68a
Arbolina	49,05a	38,21a
Torta de mamona	48,27a	31,36a
Esterco bovino	43,93a	43,99a
Esterco de galinha	45,95a	32,78a
Repolho	43,50a	39,33a
Coeficiente de variação (CV%)	12,89	23,80

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Em relação aos resultados do desenvolvimento vegetativo (Figuras 16 e 17) verificou-se que para a variável de matéria fresca de raiz (MFR) a aplicação de torta de mamona (10g L⁻¹) proporcionou maior massa de raiz 83,88g, seguido dos tratamentos esterco de galinha (5 g L⁻¹) 40,64g e repolho (50g L⁻¹) 41,18g. Para a variável matéria fresca de parte aérea (MFPA), a torta de mamona também foi destaque com peso de 30,98g, em segundo lugar os tratamentos esterco de galinhas 18,30g e repolho 19,93g.

Para a matéria seca de parte aérea (MSPA), a torta de mamona apresentou maior massa de 7,90g, em segundo lugar os tratamentos esterco de galinha 4,53g e repolho 5,05g. A torta de mamona proporcionou maior altura de planta (ALTP) de 43,66cm e os tratamentos esterco de galinha 32,66cm e incorporação de repolho 34,66cm foram os segundos melhores (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios das variáveis de desenvolvimento vegetativo: matéria fresca de raiz (MFR), matéria fresca de parte aérea (MFPA), matéria seca de parte aérea (MSPA), altura de planta (ALTP) e jiloeiro aos 60 dias após a inoculação com 5000 ovos de *Meloidogyne javanica*.

Tratamentos	Variáveis Analisadas			
	MFR	MFPA	MSPA	ALTP
Controle 1 (inoculado)	18,24 c	9,23 d	2,29 c	18,19 d
Controle 2 (sem inoculação)	28,60 c	10,38 d	2,53 c	21,83 c
Biológico	19,70 c	7,43 e	1,89 d	17,00 d
Indutor de resistência	20,64 c	6,93 e	1,67 d	15,83 d
Arbolina	26,41 c	9,52 d	2,35 c	20,33 c
Torta de mamona	83,88 a	30,98 a	7,90 a	43,66 a
Esterco bovino	26,69 c	12,56 c	2,47 c	21,83 c
Esterco de galinha	40,64 b	18,30 b	4,53 b	32,66 b
Repolho	41,18 b	19,93 b	5,05 b	34,66 b
Coefficiente de variação (CV%)	24,68	12,52	14,51	16,19

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

O tratamento sem a inoculação de *M. javanica*, o controle 2, apresentou maior percentual para as variáveis vegetativas de MFR de 56,79%, MFPA 12,45%, MSPA 10,48%, ALTP 20,01% em relação as plantas inoculadas (Controle1). Esses dados evidenciam que o fitonematoide promovem redução no desenvolvimento vegetativo na cultura do jiloeiro.

No presente trabalho, a adição de torta de mamona no solo foi destaque para todas as variáveis de desenvolvimento vegetativo. Provavelmente, este efeito positivo ocorreu em função da torta de mamona apresentar ótimas características como adubo orgânico, principalmente por conter elevados teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), que são macronutrientes considerados indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas (LIMA *et al.*, 2008; LIMA, 2022). O N é um elemento disponível em maior quantidade na torta de mamona e muito necessário pela planta, pois

apresenta função estrutural, explicando o efeito positivo no desenvolvimento vegetativo do jiloeiro.

A aplicação de torta de mamona contribuiu positivamente para o desenvolvimento vegetativo do jiloeiro aumentando expressivamente a MFR em 359%, MFPA em 235%, MSPA em 314% e a ALTP em 140%, quando comparada ao tratamento com *M. javanica*. Em estudo dos efeitos da torta de mamona no crescimento e produção de biomassa de moringa (*Moringa oleifera*), verificou-se efeito positivo, aumentando a altura, diâmetro e massa seca foliar da planta (ALBUQUERQUE *et al.*, 2013). O efeito positivo da torta de mamona sobre o crescimento das plantas pode ser explicado pela relação C/N de aproximadamente 11:1, e, é considerado baixo, acelerando o processo de mineralização, tornando o N mais disponível para as plantas (LIMA, 2022). Esses dados corroboram com os resultados encontrados neste trabalho, mostrando o quanto a aplicação de torta de mamona é benéfica para a cultura do jiloeiro.

A incorporação de repolho picado contribuiu significativamente para aumento da MFR 41,18g, MFPA 19,93g, MSPA 5,05g e ALTP 34,66. Esse tratamento promoveu incremento de 125% na MFR, 115% em MFPA, 120% em MSPA e 90% em ALTP, quando comparado com o tratamento controle inoculado com *M. javanica*. A incorporação de brássicas no solo, provavelmente contribuiu para o aumento do teor de matéria orgânica, que conseqüentemente, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SANTOS; ABOUD; CARMO, 2021). Durante a decomposição, as brássicas liberam compostos ricos em enxofre e nitrogênio, que são macronutrientes essenciais para o desenvolvimento e crescimento das plantas, mostrando o alto potencial como adubo verde (MALDANER *et al.*, 2014)

O tratamento utilizando a incorporação do repolho, na dose de 50g L⁻¹, foi bastante positivo para o jiloeiro. Em trabalho utilizando a incorporação de brássicas, como repolho (*B. oleracea* var. capitata), mostarda (*B. juncea*), couve-flor (*B. oleracea* var. botrytis) e brócolis (*B. oleracea* var. italica) na proporção de 50g L⁻¹, verificou-se que todos os tratamentos resultaram em ganho de massa de parte aérea, causando o aumento de produtividade em tomateiro (NEVES *et al.*, 2007). Esse estudo corrobora com os encontrados neste trabalho, a incorporação do repolho na proporção de 50 g L⁻¹ também promoveu ganhos de produção.

O tratamento com aplicação de esterco de galinha em jiloeiro promoveu ganhos de MFR 40,64g, MFPA 18,30g, MSPA 4,53 e ALTP 32,66cm em relação ao controle inoculado com nematoide. Esses resultados podem ser explicados porque o esterco de

galinha é muito rico em nutrientes, especialmente o nitrogênio, cálcio, fósforo e magnésio, contribuindo para melhor fertilidade do solo e proporcionando bom equilíbrio nutricional a planta e maior tolerância ao parasitismo do jiloeiro por *M. javanica* (LOBO; GRASSI FILHO; BIUDES, 2020).

A torta de mamona, esterco de galinha e incorporação de repolho foram tratamentos bastante eficazes para incrementos de desenvolvimento vegetativo na cultura do jiloeiro, mesmo inoculados com *M. javanica*. Estes tratamentos possuem em comum a liberação do nitrogênio para as plantas. Portanto, vale ressaltar a importância do N para o desenvolvimento das plantas, uma vez que este elemento contribui para o metabolismo fisiológico vegetal e está diretamente ligado a formação da clorofila e proteínas. De modo que promove bom crescimento das plantas, participa da fotossíntese e atua no desenvolvimento radicular da planta (NASCIMENTO *et al.*, 2017). A cultura do jiloeiro apresenta alta distribuição de N na planta, exigindo muito esse nutriente no início até o final do ciclo na folha, caule e frutos (ROLIM *et al.*, 2011).

O tratamento biológico com a bactéria *Bacillus methylotrophicus* não interferiu no desenvolvimento do jiloeiro. A bactéria *B. methylotrophicus* é conhecida por promover o crescimento de muitas espécies de plantas, por meio de mecanismos diretos e indiretos auxiliando na produção de fitohormônios benéficos as plantas (MONNERAT *et al.*, 2020). Apesar de estudos evidenciarem o efeito positivo dessa bactéria na promoção de crescimento de plantas de diversas culturas, não ocorreu o mesmo para plantas de jiloeiro estudadas neste trabalho, demonstrando que os resultados podem ser diferentes para outras culturas, dependendo também do isolado ou população da bactéria.

A aplicação de indutor de resistência ASM em jiloeiro, não influenciou as variáveis vegetativas, nas condições experimentais utilizadas, reduzindo em 24,91% a MFPA, 27,07% a MSPA e 12,97% a ALTP, quando comparado com o controle que recebeu inoculação. Pesquisas apontam que ao aplicar o indutor de resistência, as proteínas envolvidas no processo de defesa da planta podem competir com a produção de proteínas ligadas ao crescimento, levando a competição metabólica entre processos relacionados ao crescimento vegetal e a síntese de defesa, evidenciando o motivo pelo qual o ASM não influenciou nas variáveis vegetativas do jiloeiro (CHINNASRI; SIPES; SCHMITT, 2006; HEIL *et al.*, 2000; BRITO *et al.*, 2016).

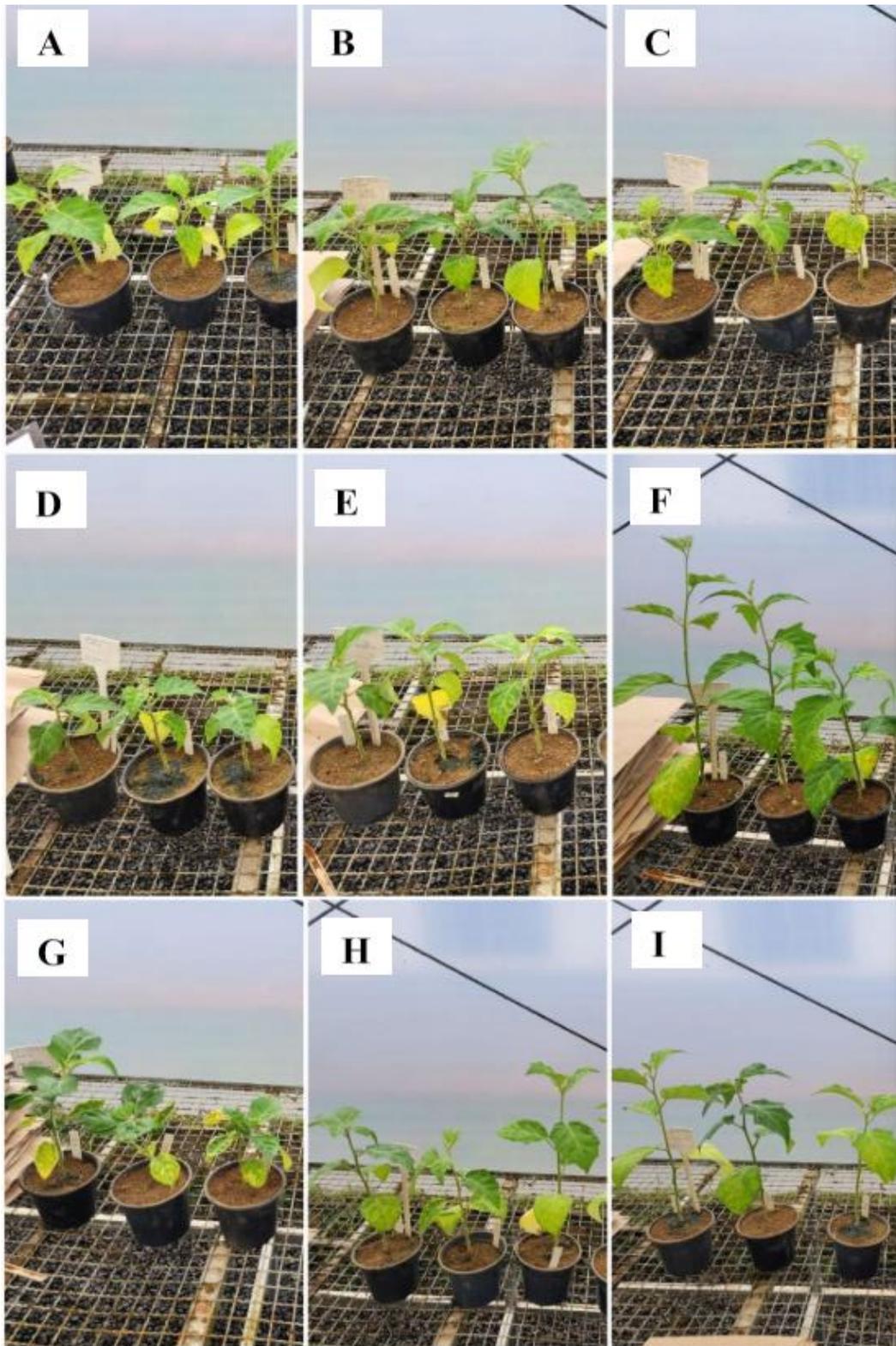


Figura 16. Parte aérea de jiloeiro aos 60 dias da inoculação com 5000 ovos de *Meloidogyne javanica*. A. controle. B. controle absoluto (somente jiloeiro). C. Controle biológico. D. indutor de resistência. E. arbolina. F. torta de mamona. G. Esterco bovino. H. esterco de galinha. I incorporação de repolho.

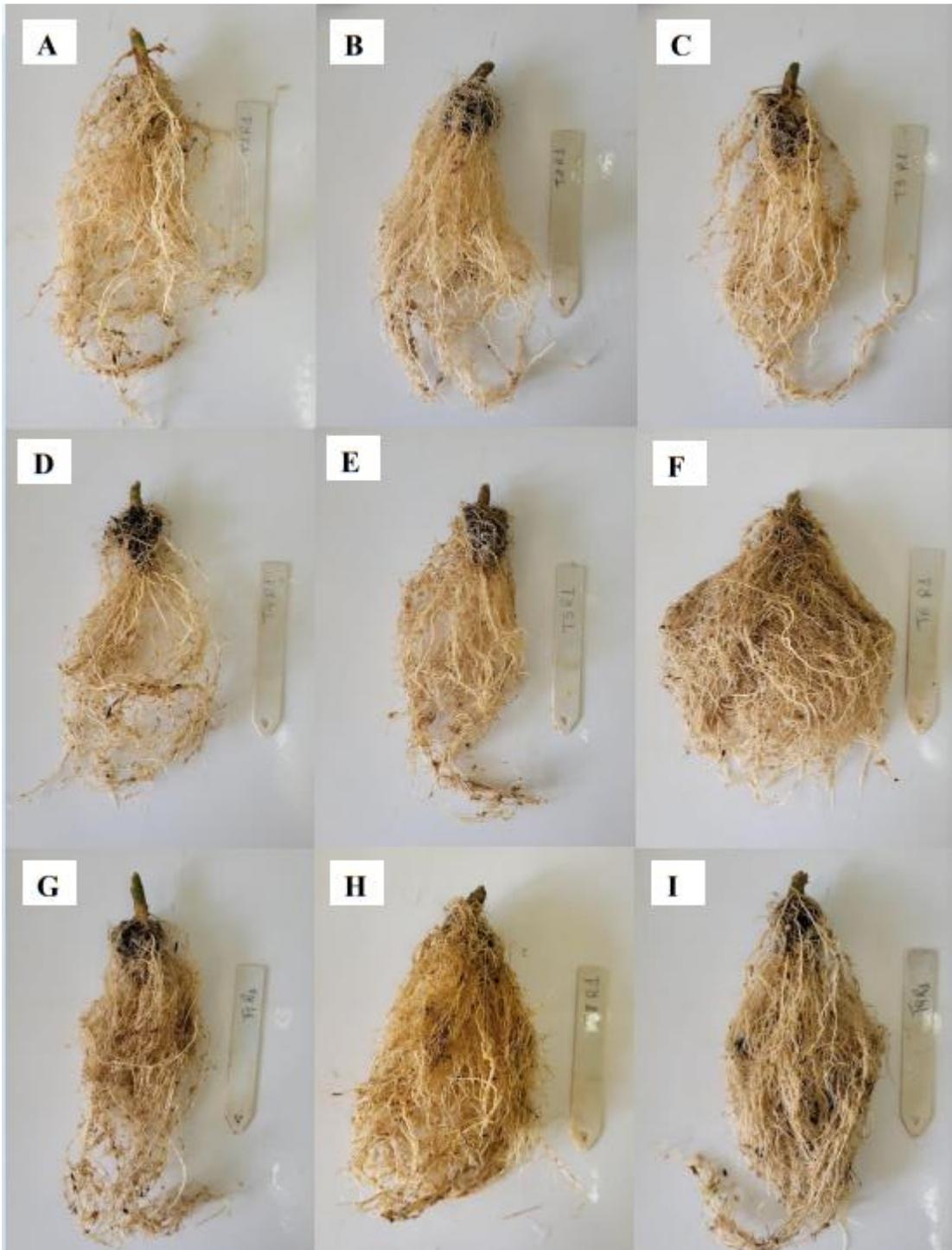


Figura 17. Raiz de jiloeiro aos 60 dias da inoculação com 5000 ovos de *Meloidogyne javanica*. A. controle. B. controle absoluto (somente jiloeiro). C. Controle biológico. D. indutor de resistência. E. arbolina. F. torta de mamona. G. Esterco bovino. H. esterco de galinha. I incorporação de repolho.

Ao analisar os resultados das variáveis reprodutivas de *M. javanica* em jiloeiro, (Tabela 4), verifica-se que para a variável de número de galhas (NG) o tratamento de torta de mamona proporcionou melhor controle do nematoides, possibilitando a indução de um

menor número de galhas, com valor médio de 26,66. Em segundo lugar para NG, os tratamentos com o uso do indutor de resistência com 78,33, esterco bovino 85,33, esterco de aves 77,00, repolho 68,33. Quanto ao número de ovos (NO), a torta de mamona comportou de maneira similar as galhas, e o melhor tratamento, no controle da reprodução do nematoide, com valor médio de 8.492, ou seja, a redução percentual de ovos da ordem de 70%, quando comprado com o controle inoculado com *M. javanica*, mas, sem a torta de mamona. O tratamento com indutor de resistência foi o segundo melhor, com valor médio de NO de 16.289, com percentual de redução ovos 41,93%. O tratamento com a arbolina também apresentou resultado positivo, reduzindo em 24,11% os ovos de *M. javanica* em jiloeiro. Em relação aos resultados de Fator de reprodução, destaque também para a torta de mamona com menor FR de 1,69, enquanto o maior FR foi no tratamento controle inoculado com *M. javanica* com valor de 5,60.

Tabela 4. Valores médios das variáveis reprodutivas: número de Ovos (NO), número de galhas (NG), fator de reprodução (FR), percentual de redução de ovos (PRO) e número de ovos por grama de raiz de jiloeiro, aos 60 dias da inoculação, com 5000 ovos de *Meloidogyne javanica*.

Tratamentos	Variáveis Analisadas			
	NG	NO	PRO (%)	FR
Controle 1 (inoculado)	169,00 e	28047,33 e	-	5,60 e
Controle 2 (sem inoculação)	0,00	0,00	-	0,00
Biológico	117,50 d	23329,33 d	16,83 d	4,66 d
Indutor de resistência	78,33 b	16289,33 b	41,93 b	3,25 b
Arbolina	101,00 c	21287,33 c	24,11 c	4,25 c
Torta de mamona	26,66 a	8492,00 a	69,73 a	1,69 a
Esterco bovino	85,33 b	22096,66 c	21,23 c	4,41 c
Esterco de aves	77,00 b	20562,66 c	26,69 c	4,11 c
Repolho	68,83 b	23734,00 d	15,39 d	4,74 d
Coeficiente de variação (CV%)	13,20	20,14	-	-

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

O tratamento com aplicação de torta de mamona foi bastante efetivo em reduzir os sintomas no sistema radicular, considerado o melhor tratamento. O efeito nematicida da torta de mamona está atribuído a ricina, uma proteína altamente tóxica, inclusive aos nematoides, entretanto, em altas concentrações pode ser fitotóxica. Além disso, a torta de

mamona contribui com o teor de matéria orgânica do solo, auxiliando no controle de fitonematoides e melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo (FERREIRA, 2020).

No presente trabalho, a torta de mamona na concentração de 10 g L⁻¹, apresentou ação nematicida sobre *M. javanica* em jiloeiro, reduzindo o número de galhas em 84,22%. Em experimento similar utilizando 30g/vaso de torta de mamona em mudas de banana-anã inoculadas com *M. javanica*, reduziu o NG em 99,53%, resultado semelhante do nematicida carbofuran, que reduziu o NG em 90,32% (SANTOS *et al.*, 2013). Os resultados desta pesquisa corroboram com os encontrados neste trabalho, verificando que a torta de mamona possui grande potencial nematicida, semelhante ao de um produto químico.

A redução significativa do número de galhas obtidos pela incorporação de torta de mamona pode ser explicada pela toxicidade, causando a imobilidade e mortalidade dos J2, conseqüentemente diminuindo número de galhas por causa da baixa infecção de *M. javanica* nas raízes. Resultados semelhantes foram observados ao utilizar torta de mamona em tomateiros inoculados com *M. incognita*, observando a redução da taxa de infectividade e reprodução do nematoide em mais de 90% em todas as concentrações analisadas (PEDROSO, 2020). De modo similar, a incorporação de 20g L⁻¹ de parte aérea de mamona em plantas de tomateiro inoculadas com *M. incognita*, reduziu o número de galhas em 51,58%, evidenciando mais uma vez o efeito nematicida da torta de mamona (CORREIA *et al.*, 2023).

A incorporação de repolho foi o segundo melhor tratamento em reduzir o número de galhas em 59,27%. O processo de incorporar restos vegetais no solo é muito utilizado, com o intuito de diminuir a incidência de doenças, por meio da liberação de compostos voláteis (SANTOS; ABBOUD; CARMO, 2021). Espécies da família Brassicaceae são usadas nesse processo por liberar compostos como o glucosinolatos, que após a hidrólise enzimática libera os isotiocianatos (ITC) que são substâncias envolvidas na supressão de fitopatógenos, especialmente os nematoides (SANTOS; ABBOUD; CARMO, 2021). O modo de ação do isotiocianato sobre o nematoide ainda não foi determinado, porém, estudo afirma que ele possui efeito nematostático e algumas hipóteses sugerem que essa substância pode causar dano oxidativo ao DNA (COLTRO-RONCATO *et al.*, 2016; MURATA *et al.*, 2000). A sensibilidade ao ITC pode variar de espécie e estágio de desenvolvimento do fitonematoide (WAISEN & WANG, 2022). A eficiência das brássicas no controle de doenças pode variar de acordo com as fases e ciclos do patógeno

e a cultura em questão. Fatores como o corte e fragmentação da planta podem influenciar no resultado obtido, pois quanto mais desiguais e maiores os fragmentos incorporados, menor será a homogeneidade, diminuindo a eficiência (SANTOS; ABBOUD; CARMO, 2021).

A aplicação de esterco bovino e de galinha também proporcionaram bom nível de controle de *M. javanica*, reduzindo o número de galhas em 49,50 e 54,44% e ovos 21,23 e 26,69%, respectivamente. A ação nematicida do esterco bovino pode estar associada a melhora da microbiota do solo, facilitando inimigos naturais, como fungos e bactérias, contra os nematoides, adubação equilibrada, deixando a planta mais tolerante ao ataque de patógenos pela presença de ácidos húmicos, fúlvicos e orgânicos originados do processo de decomposição, que podem atuar no metabolismo vegetal, auxiliando na defesa da planta contra nematoides (COSTA, 2021; SILVA *et al.*, 2021). A ação do esterco de galinha pode ser explicada pela amônia que é liberada pela decomposição do esterco, apresentando efeito sobre o fitonematoide (SANTOS *et al.*, 2023). Trabalho de pesquisa que utilizou a incorporação de 35 g L⁻¹ de esterco bovino ao solo cultivado com o tomateiro e inoculado com *M. javanica*, causou a redução no número de galhas de 70% (MACHADO *et al.*, 2013). Resultados que corroboram com os encontrados neste trabalho, demonstrando que o esterco bovino possui potencial de reduzir o número de galhas nas solanáceas.

No presente estudo, verificou-se que o tratamento com a torta de mamona destacou-se como o mais efetivo no controle de *M. javanica* em jiloeiro, resultando na redução do número de ovos em 69,73% (Figura 18) e menor FR 1,69. Em pesquisa incorporando torta de mamona no solo foram identificados a cerca de 32 compostos voláteis emitidos por essa mistura, distribuídos em classes como cetona, álcool, fenol e terpenos. Nessa mesma pesquisa as emissões desses compostos voláteis causaram a imobilidade e mortalidade dos J2 de *M. incognita* quando expostos aos compostos voláteis obtidos da incorporação de torta de mamona no solo (PEDROSO, 2020). Tais resultados são semelhantes aos encontrados nesta pesquisa, evidenciando que a torta de mamona possui substâncias tóxicas aos fitonematoides do gênero *Meloidogyne*.

A torta de mamona foi eficaz em reduzir a população de *M. javanica* em jiloeiro. A incorporação de 20g L⁻¹ de parte aérea de mamona em plantas de tomateiro inoculadas com *M. incognita*, reduziu o número de ovos em 48,84%, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho (CORREIA *et al.*, 2023). O efeito nematicida da torta de mamona pode ser atribuído aos terpenos que ocorrem predominantemente na natureza

como álcoois, cetonas, ésteres e possui atividade anti-helmíntica (MIRZA *et al.*, 2020). Além disso, os terpenos são compostos originados dos metabólitos secundários responsáveis por ativar mecanismos de defesa, poder alelopático, inibidores de herbívoros, inseticidas, repelentes e compostos antibacterianos e nematicidas (TETALI, 2019). Em pesquisa recente foi observado que o terpeno apresentou atividade nematicida em diferentes estádios de *M. javanica*, verificando que o contato direto com o terpeno ocasionou a morte de J2 e inibiu a eclosão desse nematoide (NASIOU E GIANNAKOU, 2018).

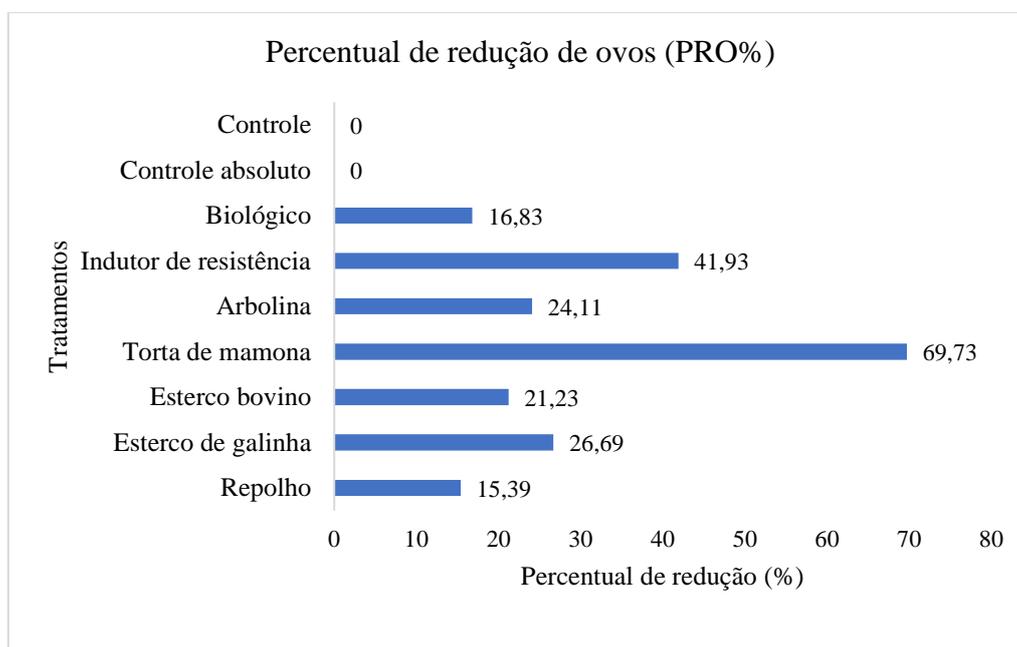


Figura 18. Percentual de redução de ovos de *Meloidogyne javanica* em raízes de jiloeiro, em função dos tratamentos utilizados, após 60 dias da inoculação de 5000 ovos do nematoide.

O segundo melhor tratamento foi com o indutor de resistência, apresentando valor médio de número de ovos de 16.289, PRO de 41,93%. O acibenzolar-S-metil (ASM) tem apresentado efeito positivo no controle de *Meloidogyne* spp., em função da sua capacidade de aumentar a resistência das plântulas durante o desenvolvimento vegetativo, garantindo aumento da resistência da planta a infecção do juvenil (SILVA *et al.*, 2004). Além disso, a alta atividade da enzima fenilalanina amonialiase, ao aplicar o ASM, está associado a metabólitos como os fenóis, ligninas e ácidos salicílicos, que se encontram na via de defesa das plantas, tornando-a resistente a estresses abióticos e bióticos (LIMA *et al.*, 2020).

O tratamento com a arbolina (0,5 mL L⁻¹) apresentou efeito nematicida sobre *M. javanica*, reduzindo o NG em 40,23% e NO em 24,11%. Por ser um composto novo, ainda não possui na literatura artigos científicos publicados comprovando a efetividade da arbolina no controle de nematoides. Porém, em trabalhos preliminares revelou que a arbolina na concentração de 1,5g L⁻¹ reduziu o número de ovos por grama de raiz de jiloeiro inoculadas com *M. incognita* em 30,92% (SILVA et al., 2023). Estudos vêm demonstrando que produtos à base de nanocompostos, como a arbolina, são utilizados para aumentar a produtividade, melhorar a eficiência de fertilizantes e reduzir estresses bióticos e abióticos.

O efeito positivo dos resíduos orgânicos vem sendo observado por anos, pelos produtores rurais. Ao aplicar no solo, percebe-se muitos pontos positivos, como melhora na correção da acidez do solo, por meio do equilíbrio do pH, favorecendo as propriedades físicas e químicas do solo e melhorando a estrutura. Vale ressaltar que ainda contribui com a microbiota do solo, favorecendo a atividade de fungos e bactérias, possíveis inimigos naturais dos fitonematoídeos. Além disso, deixar a planta equilibrada nutricionalmente, deixará mais tolerante ao ataque dos nematoídeos.

Nesta pesquisa foi possível verificar que a incorporação de resíduos orgânicos, com o intuito de controlar *M. javanica*, constitui-se numa estratégia eficaz. Essa prática proporciona algumas vantagens como maior praticidade ao agricultor, pois os resíduos orgânicos, como torta de mamona e esterco são aplicados no momento de preparo de solo. Adiante, em razão da grande quantidade de adubos orgânicos e a facilidade de encontrá-los no mercado, é considerada uma prática economicamente viável. É vista como uma prática sustentável, que não prejudica o meio ambiente e a saúde humana. Portanto, é ótima opção para produtores de jiló, além de manejar o nematoídeo de galhas, promove ganhos vegetativos na cultura, conseqüentemente aumentando a produção.

A torta de mamona demonstrou ser uma alternativa viável para o manejo de *M. javanica*, além de melhorar desenvolvimento vegetativo em jiloeiro. Dessa forma, recomenda-se a aplicação de torta de mamona incorporada ao solo na dose de 10g kg⁻¹ de solo, correspondendo a 20 t ha⁻¹. Essa concentração, além de promover ganhos no desenvolvimento da planta foi capaz de controlar *Meloidogyne javanica*. Essa tecnologia além de ser de fácil aplicação, é uma alternativa sustentável e viável economicamente para agricultores familiares, proporcionando respostas efetivas na produção de jiló.

CONCLUSÃO

O parasitismo de *M. javanica* afetou negativamente o jiloeiro com redução significativa do desenvolvimento vegetativo.

Não foi observado influência dos produtos utilizados no teor de clorofila do jiloeiro.

A torta de mamona foi considerada o melhor tratamento para as variáveis de desenvolvimento vegetativo do jiloeiro, promovendo incrementos de matéria fresca de raiz em 359%, matéria fresca de parte aérea em 235%, matéria seca de parte aérea em 314% e altura de plantas em 140%.

Para o controle de *M. javanica* em jiloeiro, a torta de mamona na dose de 10 g L⁻¹ também foi destaque, reduzindo o número de galhas e ovos em 84,22% e 69,73%, respectivamente.

Recomenda-se a aplicação de torta de mamona incorporada ao solo na dose de 10 g L⁻¹ de solo, correspondendo a 20 t ha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. S. et al. Utilização de torta de mamona como fertilizante orgânico no cultivo da moringa. **XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 1, 2013.

ALJAAFRI, W. A. R et al. A harpin elicitor induces the expression of a coiled-coil nucleotide binding leucine richrepeat (CC-NBLRR) defense signaling gene and others functioning during defense to parasitic nematodes. **Plant Physiology and Biochemistry**, 121:161-175 2017.

ASSUNÇÃO, et al. Espécies de *Meloidogyne* em alface na região Agreste do estado de Alagoas. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, 47, 1: 60-61, 2021.

BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de HUSSEY & BARKER para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 6, 3: 553, 1981.

BRENNAN, R. J. B.; GLAZE-CORCORAN, S.; HASHEMI, M.; Biofumigation: An alternative strategy for the control of plant parasitic nematodes. **Journal of Integrative Agriculture**. 1: 1680- 1690, 2020.

BRITO, O. D. C. et al. Métodos de aplicação e concentrações de acibenzolar-s-metil no manejo de *Meloidogyne javanica* em soja. **Nematropica**, 46, 1: 106-113, 2016.

CHINNASRI, B.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. Effects of inducers of systemic acquired resistance on reproduction of *Meloidogyne javanica* and *Rotylenchulus reniformis* in pineapple. **Journal of Nematology**, 38, 3: 319, 2006.

COLTRO-RONCATO, S. et al. Atividade nematicida de extratos de crambe sobre *Meloidogyne* spp. **Semina: Ciências Agrárias**, 37, 4: 1857-1870, 2016.

CORREIA, J. P. et al. Efeito da matéria fresca da parte aérea da mamona no controle de *Meloidogyne incognita* na cultura do tomateiro. **15º jornada científica e tecnológica e 12º simpósio de pós-graduação do IF Sul de Minas**, 15, 1, 2023.

DAVIS, B.J. Disc electrophoresis. II. Method and Application to human serum proteins. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 121: 404-427, 1964.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, 37, 4: 529-535, 2019.

FERREIRA, J. C. A. **Alternativas de manejo de *Meloidogyne* spp. na cultura da alface utilizando mamona**. 87p. 2020.

FERREIRA, W. S. et al. Avaliação de trocas gasosas e fluorescência no milho segunda safra sob diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Brazilian Journal of Science**, 2, 2: 1-11, 2023.

HEIL, M. et al. Reduced growth and seed set following chemical induction of pathogen defence: does systemic acquired resistance (SAR) incur allocation costs? **Journal of Ecology**, 88, 4: 645-654, 2000.

HEMMATIA, S.; SAEEDIZADEHB, A.; Root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, in response to soil fertilization. **Brazilian Journal of Biology**, 2: 1-10, 2020.

ITO, D. S. et al. Métodos em nematologia agrícola. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, 1: 184, 2019.

LIMA, B. M. Doses de torta de mamona aplicadas ao solo para desenvolvimento de *Moringa oleifera*. 48p. 2022.

LIMA, L. D. et al. Avaliação bioquímica e fisiológica em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) submetida ao indutor de resistência acibenzolar-s-metil. **Diversitas Journal**, 5, 4: 2374-2393, 2020.

LIMA, R. L. S. et al. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. **Revista Caatinga**, 21, 5: 102-106, 2008.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; BIUDES, E. P. Nitrogênio orgânico e químico na cultura da alface. *In: Colloquium Agrariae*, 1: 71-79, 2020.

LOPES, M. F. Q. et al. Emergência e vigor de sementes *Solanum gilo* Raddi de diferença um nível diferente de água. **MAGISTRA**, 31: 587-593, 2020.

MACHADO, J. C. et al. Controle de *Meloidogyne javanica* com *Pochonia chlamydosporia* e esterco bovino. **Bioscience Journal**, 29, 3: 590-596, 2013.

MALDANER, P. V. et al. Biofumigação utilizada no controle de nematoide. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT**, 1: 1-8 2014.

MIRZA, Z. et al. **Anthelmintic Activity of Yeast Particle-Encapsulated Terpenes. Molecules**, p. 1–13, 2020.

MONNERAT, R. et al. Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura. **EMBRAPA**, 1: 47, 2020.

MURATA, M. et al. Mecanismo de dano oxidativo ao DNA induzido por isotiocianato de alila carcinogênico. **Free Radical Biology & Medicine**, 5, 1: 797-805, 2000.

NASCIMENTO, M. V. et al. Manejo da adubação nitrogenada nas culturas de alface, repolho e salsa. **Revista de Agricultura Neotropical**, 4, 1: 65-71, 2017.

NASIOU, E.; GIANNAKOU, I. O. Effect of geraniol, a plant-based alcohol monoterpene oil, against *Meloidogyne javanica*. **European Journal of Plant Pathology**, 152, 3: 701–710, 2018.

NEVES, W. S. et al. Biofumigação do solo com espécies de brássicas para o controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, 31, 3: 195-201, 2007.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen Landbouwhogeschool**, Wageningen, 66, 4: 1-46, 1966.

PEDROSO, L. A. et al. Atividade contra *Meloidogyne incognita* de compostos voláteis produzidos durante a correção do solo com torta de mamona. **Nematologia**, 22, 5: 505-514, 2020.

PINHEIRO, J. B.; **Nematoides em hortaliças**. 1º edição. EMBRAPA, Brasília – DF, 1: 1-193, 2017.

RESENDE, M. L. V. et al. Induction of resistance in coco against *Crinipellis perniciosa* and *Verticillium dahliae* by acibenzolar-S-methyl (ASM). **Plant Pathology Bangor**, 51: 621-628, 2002.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aprox. **Viçosa: CFSEMG**, 1: 359, 1999.

ROLIM, G. S. et al. Modelagem agrometeorológica para estimação do desenvolvimento e da produção de jiló. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 15, 832-837, 2011.

SAEEDIZADEH, A. et al. Efeitos de fertilizantes no desenvolvimento do nematoide das galhas, *Meloidogyne javanica*. **Revista Internacional de Agricultura e Biologia**, 23, 2, 431- 437, 2020.

SANTOS, B. H. C. et al. Controle de *Meloidogyne javanica* em mudas de bananeira Prata-anã por compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 35, 2: 650-656, 2013.

SANTOS, C. A. dos; ABBOUD, A. C. de S.; CARMO, M. G. F. do. Biofumigation with species of the Brassicaceae family: a review. **Ciência Rural**, 51: 1-17, 2021.

SANTOS, L. et al. Organic residue controls *Meloidogyne javanica* and improves gas exchange and development in the gilo. **Revista Ciência Agronômica**, 55: e20218054, 2023.

SILVA, A. A. et al. Utilização de fungos benéficos na formação de mudas de goiabeira em solos infestados com nematoides. **Nativa**, 8, 2: 178-184, 2020.

SILVA, J. B. et al. Biofertilizante de esterco bovino na indução de mecanismos de defesa à *Meloidogyne incognita* na cultura da soja. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, 18, 1: 180-195, 2021.

SILVA, J. R. B. et al. Caracterização físico-química e biométrica do fruto Jiló (*Solanum gilo* Raddi). **Research, Society and Development**, 11, 4: e34211427323-e34211427323, 2022.

TETALI, S. D. Terpenes and isoprenoids: a wealth of compounds for global use. **Planta**, 249, 1: 1–8, 2019.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Funep, 2: 473, 2000.