

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

CONTROLE DE *Meloidogyne incognita* COM EXTRATO DE
CAPA-ROSA (*Neea theifera*) EM JILOEIRO

Fábio Peixoto dos Santos
Orientador (a): Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva

MORRINHOS -GO
Fevereiro 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

CONTROLE DE *Meloidogyne incognita* COM EXTRATO DE
CAPA-ROSA (*Neea theifera*) EM JILOEIRO

Fábio Peixoto dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos – Área de Concentração: Olericultura.

MORRINHOS – GOIÁS
Fevereiro – 2024

Ficha Catalográfica (elaborada pela Biblioteca)

Folha de Aprovação (elaborada pela Coordenação do Programa)

AGRADECIMENTOS

A escrita dessa dissertação de mestrado é a realização de um sonho que por alguns motivos ficou adormecido dentro de mim por mais de 30 anos.

Hoje este sonho se torna uma realidade, portanto, agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde, competência, discernimento, por, mesmo após completar mais de 50 anos, voltar a estudar fazendo uma graduação e agora recebendo o Título de Mestre, e não vamos parar.

Quero agradecer a minha família, que é o meu esteio de vida. Agradeço aos meus professores, em especial ao Dr. Rodrigo Vieira da Silva, meu orientador, que muito me incentivou e sanou todas as minhas dúvidas. A minhas colegas de mestrado, Gabriela Araújo e Ester Fernandes, que caminharam lado a lado comigo, compartilhando dúvidas e achados dos nossos experimentos.

Não poderia deixar de agradecer meus avós paternos (*in memoriam*), que são os responsáveis por eu seguir essa linha de pesquisa, por meio dos seus ensinamentos empíricos, com seus chás e remédios caseiros, com conhecimentos trazidos de várias gerações familiares.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Fábio Peixoto dos Santos nasceu em Cristalina (GO) em 06 de abril de 1965, onde reside até hoje. Filho de Osvaldo Peixoto dos Santos e Edite Resende Peixoto (*in memoriam*). Bancário aposentado, graduado em Tecnologia em Horticultura pelo IF Goiano - Campus Cristalina, 2021, Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Urutaí, 1983. Técnico em Administração de Empresa pelo Colégio Estadual de Cristalina (GO), 1986. Sua linha de pesquisa favorita é estudar o potencial das espécies vegetais do Cerrado para uma contribuição em pesquisas científicas. Em 2021, iniciou o Curso de Mestrado em Olericultura no IF Goiano - Campus Morrinhos (GO), submetendo-se à defesa em fevereiro de 2024.

RESUMO

SANTOS, FÁBIO PEIXOTO DOS. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, fevereiro de 2024. **Controle de *Meloidogyne incognita* com extrato de capa-rosa (*Neea theifera*) em jiloeiro.** Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva.

Os nematoides de galhas, do gênero *Meloidogyne*, são um dos principais fatores de redução de produtividade do jiloeiro. Dessa forma, pesquisadores estão na busca de controles alternativos e os extratos de plantas do cerrado têm grande potencial nematicida. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do extrato de folhas da planta nativa do Cerrado capa-rosa (*Neea theifera*) no controle de *Meloidogyne incognita* em jiloeiro. No primeiro ensaio, foi analisado em condições de laboratório o efeito nematicida do extrato aquoso de capa-rosa sobre a eclosão de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. incognita* nas concentrações de 0, 5, 10, 20, 40 e 80 $\mu\text{L L}^{-1}$. Em tubos de ensaio foi colocado 1 mL de água contendo cerca de 130 ovos e as respectivas concentrações do extrato. Os tubos foram colocados em incubadora de demanda biológica de oxigênio (BOD) no escuro a 26 °C por 15 dias. O segundo ensaio foi conduzido em casa de vegetação, utilizando vasos de polipropileno de 1,0 L de capacidade, contendo uma mistura de solo e areia na proporção de 2:1 (v/v), previamente autoclavada a 120 °C por 2 h. Em cada vaso foi transplantada uma muda de jiloeiro com 2 a 3 pares de folhas e após 7 dias foram inoculadas com uma suspensão aquosa contendo 5.000 ovos de *M. incognita*. Logo após a inoculação das plantas, foi adicionado extrato aquoso de capa-rosa nas concentrações de 0, 5, 10, 20 e 40 mL L^{-1} . Em ambos os ensaios, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. Os dados da análise de eclosão dos J2 de *M. incognita* foram submetidos à análise de regressão a 5% de probabilidade. No ensaio em casa de vegetação foram feitos a análise de variância e o teste de Scott-Knott a 5% de significância, utilizando o programa estatístico Sisvar. No teste *in vitro*, as concentrações do extrato causaram efeito positivo na redução da eclosão de J2 de *M. incognita*, tendo a

concentração de 80 $\mu\text{L L}^{-1}$ sido destaque, inibindo em 96,46% a eclosão do nematoide. Todavia, no experimento *in vivo*, a concentração de 5 mL L^{-1} proporcionou a maior redução do número de ovos, galhas e fator de reprodução de *M. incognita*. Nas concentrações de 20 e 40 mL L^{-1} , as plantas de jiloeiro tiveram os maiores valores para as variáveis de matéria fresca de parte aérea, enquanto a concentração de 40 mL L^{-1} proporcionou maior incremento para as variáveis de matéria seca de parte aérea e altura de plantas. Nenhuma das concentrações do extrato de capa-rosa utilizadas causou efeito fitotóxico nas plantas e também não influenciou nos dois teores de clorofila. Com base nos resultados, conclui-se que o extrato de *N. theifera* tem potencial nematicida no controle de *M. incognita* em jiloeiro.

Palavras-chave: Aleloquímicos. Controle alternativo. Nematoides de galhas. Cerrado

ABSTRACT

SANTOS, FÁBIO PEIXOTO DOS. Goiano Federal Institute, Morrinhos Campus, Goiás State (GO), Brazil, February 2024. **Control of *Meloidogyne incognita* with capa-rosa (*Neea theifera*) extract in scarlet eggplant (*Solanum gilo*).** Advisor: Prof. Dr. Silva, Rodrigo Vieira da.

Root-knot nematodes, *Meloidogyne* genus, are one of the main factors in reducing the scarlet eggplant yield. Therefore, researchers are searching for alternative controls and plant extracts from Cerrado (Brazilian Savanna) have great nematicidal potential. Thus, this paper aimed to evaluate the leaf extract effect from the native plant of Cerrado named capa-rosa (*Neea theifera*) on the control of *Meloidogyne incognita* in scarlet eggplant. In the first test, the nematicidal effect of the capa-rosa aqueous extract on the hatching of second-stage juveniles (J2) of *M. incognita* was analyzed under laboratory conditions at concentrations of 0; 5; 10; 20; 40; and 80 $\mu\text{L L}^{-1}$. Water portion of 1 mL containing around 130 eggs and the respective extract concentrations were placed in test tubes. The tubes were placed in a biological oxygen demand (BOD) incubator in the dark at 26 °C for 15 days. The second test was carried out in a greenhouse with 1.0 L polypropylene pots containing a soil and sand mixture in a 2:1 (v/v) ratio, previously autoclaved, at 120 °C for 2 h. A scarlet eggplant seedling with 2 to 3 pairs of leaves was transplanted into each pot and were inoculated with an aqueous suspension containing 5,000 *M. incognita* eggs after 7 days. The aqueous extract of capa-rosa was added at the respective concentrations of 0; 5; 10; 20; and 40 mL L^{-1} soon after inoculating the plants. In both tests, a completely randomized design with six replicates was used. Data from the hatching analysis of J2 *M. incognita* were subjected to regression analysis at 5% probability. Analysis of variance and the Scott-Knott test were performed at 5% significance by the Sisvar statistical program in the greenhouse. The extract concentrations caused a positive effect in reducing the *M. incognita* J2 hatching, and the concentration of 80 $\mu\text{L L}^{-1}$ was highlighted in the

in vitro test, inhibiting the nematode hatching by 96.46%. However, the concentration of 5 mL L⁻¹ provided the greatest reduction in the number of eggs, galls, and reproduction factor of *M. incognita* in the same experiment. Scarlet eggplant had the highest values for the aerial part fresh matter variables at the concentrations of 20 and 40 mL L⁻¹, while provided a greater increase for the aerial part dry matter variables and plant height at the 40 mL L⁻¹ concentration. None of the concentrations of capa-rosa extract used caused phytotoxic effects on plants and influenced the two chlorophyll contents. Considering the results, it is concluded that the *N. theifera* extract has nematicidal potential in controlling *M. incognita* in scarlet eggplant.

Keywords: Allelochemicals. Alternative control. Root-knot nematodes. Cerrado.

LISTA DE FIGURAS

| | | Página |
|------------|--|--------|
| Figura 1 | Cultivo de jiloeiro em casa de vegetação. A: planta jiloeiro Cultivar Morro Grande verde escuro. B. fruto maduro do jiloeiro..... | 4 |
| Figura 2 | A. Ciclo de Vida de <i>Meloidogyne</i> spp. B. Sintoma de <i>Meloidogyne incognita</i> em jiloeiro..... | 6 |
| Figura 4.1 | Planta de <i>Neea theifera</i> em seu habitat natural Cerrado. A e B. Planta <i>N. theifera</i> no Cerrado Morro da Catraca em Morrinhos. C. Exsicatado de <i>N. theifera</i> . D. Fruto de <i>N. theifera</i> . E. Folhas de <i>N. theifera</i> . F caule de <i>N. theifera</i> no Cerrado em Cristalina – GO..... | 21 |
| Figura 4.2 | Preparo do extrato aquoso de folhas de capa-rosa. A: Coleta de material de <i>Neea theifera</i> no cerrado do Morro da Catraca em Morrinhos, GO. B: Material vegetal de capa-rosa-do-campo coletado C: Preparo para secagem do material vegetal. D: Trituração do material vegetal seco. E: Aferição da massa do material para preparação do extrato. F: Mistura do material vegetal com água destilada. G: Descanso do extrato por 24 horas. H: Extrato coado em filtro de papel. I. Extrato aquoso finalizado..... | 22 |
| Figura 4.3 | Instalação do experimento <i>in vitro</i> . A. Adicionando solução com ovos de <i>Meloidogyne incognita</i> no tubo de ensaio. B e C. Adicionando as respectivas concentrações do extrato de <i>Neea theifera</i> . D e E. Tubos de ensaio utilizados para instalação do experimento..... | 23 |
| Figura 4.4 | Regressão linear referente aos valores do percentual de redução de eclosão sobre <i>Meloidogyne incognita</i> em função dos tratamentos utilizados de extrato de <i>Neea theifera</i> | 25 |
| Figura 5.1 | Sequência de preparação do extrato aquoso. A. Coleta de material de <i>Neea theifera</i> no cerrado do Morro da Catraca em Morrinhos – GO. B. Material vegetal de capa-rosa-do-campo coletado. C. Preparo para secagem do material vegetal. D. Trituração do material vegetal seco. E. pesagem do material para preparação do extrato. F. Mistura do material vegetal com água destilada. G. Descanso do extrato por 24 horas. H. Extrato coado em filtro de papel. I. Extrato aquoso finalizado..... | 38 |
| Figura 5.2 | Instalação do experimento <i>in vivo</i> em casa de vegetação. A. B e C Inoculação de 5.000 ovos de <i>Meloidogyne incognita</i> em plantas de jiloeiro. D e E. Medição do volume do extrato aquoso de <i>Neea theifera</i> | 39 |

| | | |
|------------|---|----|
| | a ser aplicado em cada tratamento. F e G. Aplicação do extrato aquoso nos respectivos tratamentos. H. Experimento <i>in vivo</i> instalado..... | |
| Figura 5.3 | Extração de ovos de <i>Meloidogyne incognita</i> pelo método de Boneti e Ferraz (1981). A. Cortando as raízes. B. Batendo as raízes no liquidificador. C. Vertendo a solução para peneiras de 200 e 500 meshes. D. Amostras extraídas. E. Contagem dos ovos em microscópio. F. Visualização e quantificação dos ovos..... | 40 |
| Figura 5.4 | Etapas da avaliação do experimento <i>in vivo</i> . A e B. Medição de clorofila com o aparelho Clorofilog. C. Separação de raiz e parte aérea. D. Contagem do número de galhas. E. Pesagem de parte aérea com balança. F. Medida de altura de planta..... | 41 |
| Figura 5.5 | Comparação das raízes de jiloeiro aos 60 dias após a inoculação com <i>Meloidogyne incognita</i> em função da concentração do extrato aquoso de <i>Nema theifera</i> . A: Tratamento controle, somente o jiloeiro e o nematoide. B: Tratamento controle absoluto, somente o jiloeiro. C: Tratamento 5mL L ⁻¹ . D: Tratamento 10 mL L ⁻¹ . E. Tratamento 20 mL L ⁻¹ . F. Tratamento 40 mL L ⁻¹ | 43 |
| Figura 5.6 | Comparação da parte aérea de jiloeiro aos 60 dias após a inoculação com <i>Meloidogyne incognita</i> em função da concentração do extrato aquoso de <i>Nema theifera</i> . A. Tratamento controle. B. Tratamento controle absoluto. C. Tratamento 5mL L ⁻¹ . D. Tratamento 10 mL L ⁻¹ . E. Tratamento 20 mL L ⁻¹ . F. Tratamento 40 mL L ⁻¹ | 43 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|------------|---|
| Tabela 4.1 | Valores médios da análise de variância do Número de Ovos (NO) em função de diferentes concentrações de extrato aquoso de <i>Neea theifera</i> . Morrinhos (GO), 2023..... 24 |
| Tabela 4.2 | Valores médios de Número de Ovos (NO) pelo teste de Scott-Knott.. 24 |
| Tabela 5.1 | Tabela de análise de variância do Número de Ovos (NO), número de galhas (NG), matéria fresca da raiz (MFR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), altura da planta (ALTP), clorofila a zero dia (CL0D), clorofila aos 15 dias (CL15D), clorofila aos 45 dias (CL45D) pelo teste de Scott-Knott em função de diferentes doses de extrato aquoso de <i>Neea theifera</i> . Morrinhos (GO), 2023..... 42 |
| Tabela 5.2 | Valores médios de número de ovos (NO), número de galhas (NG), matéria fresca da raiz (MFR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), altura da planta (ALTP), clorofila a zero dia (CL0D), clorofila aos 15 dias (CL15D), clorofila aos 45 dias (CL45D) em plantas de jiló inoculadas com <i>Meloidogyne incognita</i> 42 |
| Tabela 5.3 | Classe de metabólitos secundários oriundos na triagem química preliminar das folhas de <i>Neea theifera</i> analisada por cromatografia..... 45 |

SUMÁRIO

| | Página | |
|------------|--|----------|
| 1 | INTRODUÇÃO GERAL | 11 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 | Cultura do jiloeiro | 3 |
| 2.2 | Fitonematoides | 4 |
| 2.3 | Métodos de controle em fitonematoides | 6 |
| 2.4 | Bioma Cerrado | 8 |
| 2.5 | <i>Neea theifera</i> | 8 |
| 3 | REFERÊNCIAS | 11 |
| 4 | CAPÍTULO | 16 |
| 4.1 | Introdução | 18 |
| 4.2 | Material e métodos | 20 |
| 4.2.1 | Local dos experimentos | 20 |
| 4.2.2 | Identificação da planta | 20 |
| 4.2.3 | Obtenção e preparo do inóculo de <i>Meloidogyne incognita</i> | 21 |
| 4.2.4 | Preparo dos extratos aquosos de capa-rosa | 21 |
| 4.2.5 | Atividade dos extratos aquosos sobre a eclosão de juvenis de <i>M. incognita</i> | 22 |
| 4.3 | Resultados e discussão | 23 |
| 4.4 | Conclusão | 28 |
| 4.5 | Referências | 28 |
| 5 | CAPÍTULO II | 33 |
| 5.1 | Introdução | 36 |
| 5.2 | Material e métodos | 37 |
| 5.2.1 | Local dos experimentos | 37 |
| | | 11 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.2.2 | Obtenção e preparo do inóculo de <i>Meloidogyne incognita</i> | 37 |
| 5.2.3 | Obtenção das mudas de jiloeiro | 38 |
| 5.2.4 | Preparo dos extratos aquosos de capa-rosa | 38 |
| 5.2.5 | Atividade do extrato aquoso via solo sobre <i>Meloidogyne incognita</i> | 39 |
| 5.3 | Resultado e discussão | 41 |
| 5.4 | Conclusão | 47 |
| 5.5 | Referências | 48 |
| 6 | CONCLUSÃO GERAL | 51 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

Um dos grandes desafios encontrados pelos produtores de hortaliças são os parasitismos causados por fitonematoides, especialmente do gênero *Meloidogyne*, conhecido como nematoide das galhas radiculares. Este grupo de nematoides é responsável pelo aparecimento de sintomas de galhas nas raízes, provocando redução na absorção de água e nutrientes, causando grandes prejuízos e, em alguns casos, inviabilizando o cultivo de hortaliças em áreas altamente infestadas (MATTOS *et al.*, 2017).

As espécies mais prejudiciais em hortaliças no Brasil são *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*. Além disso, vale ressaltar que as hortaliças da família Solanaceae, a exemplo o jiloeiro (*Solanum gilo* R.), são bastante suscetíveis a esse patógeno, causando-lhe redução da produtividade (ASSUNÇÃO *et al.*, 2021).

A principal forma de evitar a disseminação de nematoides no solo é a prevenção, pois a partir de sua entrada na área de cultivo, é necessária a utilização de várias estratégias de manejo, considerando que sua eliminação é muito difícil de ser alcançada. Geralmente o controle de *Meloidogyne* é feito por nematicidas químicos. O uso desses nematicidas deve ser feito com muita cautela em razão do seu alto custo e dos riscos de contaminação ao homem e ao meio ambiente (NEVES; LOPES; FERREIRA, P., 2021).

Dessa forma, os pesquisadores da área vêm estudando novas alternativas de controle para reduzir a população de *Meloidogyne* no solo, como, por exemplo, o uso de extrato de plantas antagonistas com atividade nematicida. Diversos extratos vegetais apresentaram efeito positivo no controle de fitonematoides, especialmente quando aplicados via solo, apresentando-se como uma ferramenta importante para ser utilizada na agricultura orgânica e familiar, tendo em vista ser uma estratégia viável e de baixo custo, quando comparada com outros métodos de controle de nematoides (GUIMARÃES *et al.*, 2021; MARCHI *et al.*, 2017).

Os principais mecanismos pelos quais as plantas antagonistas impedem o desenvolvimento dos fitonematoides são a inibição, a repelência e a liberação de substâncias tóxicas (COUTINHO *et al.*, 2023). Portanto, neste cenário, as plantas do Cerrado Brasileiro podem se constituir em grandes aliados no manejo de nematoides, visto apresentarem diversas substâncias com atividades nematicidas, incluindo alcaloides, terpenos e flavonoides. Assim, o uso de extrato de plantas nativas do cerrado deve ser explorado, pois além de ser considerado uma alternativa no controle de fitonematoides, comprova que o bioma cerrado é rico em plantas que têm potencial para controle de patógenos (COUTINHO *et al.*, 2023).

A espécie nativa do bioma Cerrado *Neea theifera*, popularmente conhecida como capa-rosa-do-campo, família Nyctaginaceae, está bastante disseminada nos cerrados brasileiros, principalmente em Goiás (RINALDO, 2007). Estudos farmacológicos sobre essa planta comprovaram atividades medicinais e antimicrobianas, tendo grande potencial nematicida (CORREA, 1984; SANTOS, V., 2012). Todavia, pesquisas devem ser realizadas para comprovar a eficiência nematicida do extrato de *Neea theifera*, pelo fato de o jiloeiro ser uma hortaliça que permite alta reprodução das espécies de *Meloidogyne* spp., que foi escolhida para este trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do jiloeiro

O jiloeiro (*Solanum gilo* R.) pertence à família das Solanaceae e tem como centro de origem a África, tendo sido introduzido no Brasil pelos escravos no século XVII. Os dados mais recentes de produção de jiló registrados pelo IBGE no Brasil datam de 2017, compreendendo 78.851 toneladas, sendo o maior estado produtor o Rio de Janeiro. O estado de Goiás produziu, nesse mesmo ano, 7.278 toneladas, com destaque para o município de Anápolis (IBGE, 2017). Além disso, vale ressaltar que a cultura do jiló representa cerca de 8,4% da produção nacional da agricultura familiar, segundo dados do Instituto Mauro Borges (IMB, 2022).

Os frutos do jiloeiro apresentam coloração verde-clara a escura e são consumidos quando bem desenvolvidos, porém ainda imaturos. Além disso, apresenta um sabor amargo característico e propriedades que auxiliam na regulação do sistema digestivo e agem como estimulante do metabolismo hepático (ALCANTARA; PORTO, 2019). Os frutos do jiloeiro têm alto valor nutricional e propriedades capazes de reduzir o colesterol. Os frutos são compostos por água (92,5%), carboidratos (6%), gordura (0,3%) e proteína (1%). Também têm minerais como cálcio (Ca), magnésio (Mg) e ferro (Fe). Podem ser consumidos de diversas formas, tais como cru, cozido, saladas, conservas, assados e também na medicina doméstica, auxiliando no tratamento de gripes e resfriados (SILVA, R. *et al.*, 2022).

Para o cultivo do jiloeiro, é importante um planejamento, levando em consideração o local cultivado, pois o jiloeiro não tolera invernos rigorosos, sendo assim, os locais ideais de cultivo ocorrem nas regiões de Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. O jiloeiro é uma planta de clima tropical, apresentando temperatura ideal de cultivo entre 25 e 30 °C, exigindo alta umidade no solo e preferência por solos de textura média e

saturação por bases acima de 70% para alcançar altas produtividades. Sua reprodução é sexuada, ou seja, via sementes, em bandejas ou diretamente no canteiro. A colheita em condições ideais pode ser iniciada entre 80 a 100 dias após a semeadura (ALCANTARA; PORTO, 2019).

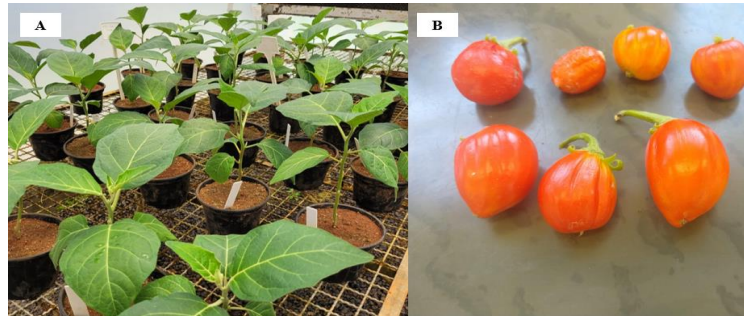


Figura 1 - Cultivo de jiloeiro em casa de vegetação. A: planta jiloeiro Cultivar Morro Grande verde escuro. B. fruto maduro do jiloeiro

2.2 Fitonematoides

Nematoides são vermes cilíndricos, filiformes, pertencentes ao filo Nematoda. São invertebrados e têm capacidade de sobreviver em diferentes habitats. Os nematoides podem ser classificados, considerando seus hábitos alimentares, em parasitas de plantas, de animais ou de vida livre (CONCEIÇÃO, 2019; ZHANG *et al.*, 2020).

Os parasitas de plantas ou fitonematoides representam cerca de 10% do filo Nematoda e têm 0,2 a 3 mm de comprimento. Os fitonematoides se caracterizam por apresentar um órgão responsável por parasitar as plantas, denominado estilete, sendo hábeis para parasitar raízes, caules, frutos e sementes de plantas, diminuindo sua produtividade (VIEIRA; GLEASON, 2019).

Entre os diversos gêneros de fitonematoides, o *Meloidogyne* se destaca por ser o grupo de maior importância agrícola. O gênero *Meloidogyne* pertence à classe Chromadorea, ordem Rhabditida, subordem Tylenchina, família Meloidogynidae, tendo a espécie *Meloidogyne incognita* sido descrita por Emílio Goeldi no ano de 1887. Porém este nematoide já havia sido observado no Brasil em 1877 por Jobert, no Rio de Janeiro, o qual percebeu que havia um organismo que causava engrossamento das raízes e declínio da produtividade na cultura do cafeeiro (FERRAZ; MONTEIRO, 1992).

Os fitonematoides do gênero *Meloidogyne* são capazes de causar danos à maioria das hortaliças cultivadas no país (PINHEIRO; MELO; RAGASSI, 2019). Esse gênero ataca as raízes das plantas hospedeiras, o que dificulta a absorção de água e nutrientes,

além de deixarem as raízes mais suscetíveis a possíveis ataques de fungos e bactérias (ASSUNÇÃO *et al.*, 2021). As meloidoginoses são doenças de difícil manejo, especialmente em sistemas agroecológicos de produção, pelo fato de os nematoides serem veiculados pelo solo, água e material propagativo contaminado (MELO; SERRA, 2019).

Segundo a Sociedade Brasileira de Nematologia (SBN), o prejuízo anual causado por nematoides à agricultura brasileira chega a 65 bilhões de reais, e uma vez que os nematoides estejam presentes, o manejo deve ser feito de forma contínua, pois é praticamente impossível a total eliminação desses fitoparasitas (SYNGENTA, 2023). Portanto, os métodos que visam à redução da população devem ser implementados pelos produtores que enfrentam esse problema (MACHADO; SILVA, S.; FERRAZ, 2019).

A sobrevivência do nematoide de galhas e o sucesso nas diferentes fases do ciclo de vida dependem do desenvolvimento bem-sucedido da planta hospedeira e das condições ambientais, como alta umidade e temperaturas entre 15 a 25 °C. Em razão de os nematoides se moverem lentamente no solo, sua principal forma de disseminação é a passiva, dada pela movimentação do solo, água, implementos agrícolas contaminados, homem e animais nas áreas de cultivo e por mudas contaminadas (PINHEIRO; AMARO; PEREIRA, 2012).

O ciclo de vida do nematoide de galhas (Fig. 2) tem início no momento em que a fêmea deposita seus ovos na superfície das raízes da planta hospedeira. Os ovos ficam envolvidos em uma matriz gelatinosa, responsável por protegê-los. Logo após a deposição dos ovos, inicia-se o desenvolvimento embrionário, formando o juvenil no interior do ovo, denominando juvenil de primeiro estágio (J1). A primeira ecdise ocorre dentro do ovo e o juvenil de segundo estágio (J2) eclode. O J2 é atraído por exsudatos radiculares que infectam a planta. Ao penetrar nas raízes, o J2 se locomove entre as células do parênquima e estabelece seu sítio de alimentação próximo aos feixes vasculares para se alimentar. O J2 punciona seu estilete na parede celular da raiz da planta e injeta substâncias de suas glândulas esofagianas, o que promove aumento das taxas de divisão celular, provocando hipertrofia e hiperplasia das células, levando, conseqüentemente, ao surgimento das galhas radiculares (XIANG; LAWRENCE; DONALD, 2018).



Figura 2 - A. Ciclo de Vida de *Meloidogyne* spp. B. Sintoma de *Meloidogyne incognita* em jiloeiro
 Fonte: Lopes (2017).

Solanáceas, como o jiloeiro, têm sofrido com o parasitismo de fitonematoides. Destacam-se os nematoides de galhas, *Meloidogyne* spp., relatados como um dos patógenos mais importantes para a cultura. As espécies *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* têm apresentado maior disseminação e distribuição no Brasil e causam galhas visíveis nas raízes, dificultando a translocação e a absorção de água e nutrientes para a parte aérea da planta, provocando murcha, clorose e queda de produção (PINHEIRO, 2017; PINHEIRO *et al.*, 2013b).

Prevenir a entrada no local de cultivo é a melhor forma de controle dos nematoides, considerando que, uma vez instalados na área, seu manejo é muito difícil, necessitando de diversas estratégias de controle para manter sua população abaixo do nível de dano econômico. Os nematicidas químicos se tornaram muito utilizados no controle de nematoides, porém têm alto custo, risco de contaminação ao ser humano e ambiental. Além disso, há uma grande dificuldade de encontrar nematicidas registrados para a cultura do jiló no Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) (NEVES; LOPES; FERREIRA, P., 2021). Portanto, têm-se buscado novas alternativas de controle natural de fitonematoides, viáveis e econômicas para o produtor rural, especialmente o produtor de hortaliças.

2.3 Métodos de controle em fitonematoides

O controle dos nematoides de galhas é uma difícil tarefa, por ficarem escondidos no solo e sobreviverem protegidos em massas de ovos ou dentro das plantas. Além disso,

eles são disseminados a curtas distâncias no solo junto com a água e a longas distâncias pelo transporte de solo ou de material contaminado (MELO; SERRA, 2019).

Os fitonematoides podem ser controlados de diversas formas, incluindo o uso de nematicidas químicos, biológicos, uso de plantas antagonistas, rotação de culturas, incorporação de resíduos orgânicos, cultivares resistentes, biofumigação, indutores de resistência, manejo cultural e físico, entre outros (GUIMARÃES *et al.*, 2021). Entre os diversos métodos de controle, o controle alternativo utilizando plantas antagonistas tem se tornado bastante relevante, pois estas plantas têm capacidade de inibir, repelir ou liberar substâncias tóxicas que atingem o nematoide (HAHN *et al.*, 2015)). Além disso, é considerado uma alternativa viável ao produtor pela facilidade de encontrar o material vegetal, de seu preparo do extrato e de sua aplicação nas reboleiras (GUIMARÃES *et al.*, 2021).

Muitas plantas antagonistas já têm sua eficiência comprovada no controle de fitonematoides, como, por exemplo, as crotalárias (*Crotalaria* spp.), mamona (*Ricinus communis*), nim (*Azadirachta indica*) e cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*, *T. minuta* e *T. patula*). O emprego dessas plantas pode ser feito incorporando-as ao solo, em rotação de culturas e extrato de raízes ou parte aérea (RAMIRO, 2019).

As plantas consideradas nematicidas têm substâncias como flavanoides, alcaloides, ácidos graxos, isotiocianatos, taninos, compostos fenólicos, entre outras. Nesse contexto, têm-se aumentados pesquisas e estudos utilizando plantas nativas do Cerrado, pois muitas delas apresentam essas substâncias, as quais têm atividade microbiana e nematicida (GUARDIANO, 2018).

É possível encontrar muitos estudos comprovando que as plantas nativas do cerrado têm atividade nematicida. Estudo *in vitro* conduzido utilizando extrato metanólico de folhas de sucupira (*Pterodon emarginatus*) sobre a eclosão de *M. javanica* comprovou que na concentração de 100 mg L⁻¹ causou inibição da eclosão em 80% (SILVA, R. *et al.*, 2022). Em pesquisa em condições *in vitro* utilizando extrato etanólico de marmelinho do cerrado (*Cordia sessilis*) sobre a mortalidade de J2 de *M. javanica*, verificou-se que na concentração de 50 mg L⁻¹ causou 95% de mortalidade. Nesse mesmo estudo, em condições *in vivo* em tomateiro, observou-se que na mesma concentração do extrato houve redução no número de galhas e de ovos da ordem de 16,7% e 25,0%, respectivamente (SILVA, R. *et al.*, 2022). Em trabalho conduzido por Lopes (2017), avaliando o efeito nematicida de plantas nativas do cerrado, em condições *in vitro* sobre *M. javanica*, observou-se que o extrato etanólico de folhas da planta barbatimão

(*Stryphnodendron adstringens*) causou 80% da mortalidade de J2 na concentração de 100 mg L⁻¹.

2.4 Bioma Cerrado

O Bioma Cerrado pode ser considerado o berço das águas do Brasil, considerando que ele contribui com oito das 12 bacias hidrográficas do País, com destaque para três: Rios Araguaia/Tocantins, Rio São Francisco e Rios Paraná e Paraguai. Isso porque é neste território que se situam as fontes de uma boa quantidade da água que banha essas bacias hidrográficas (BERNARDES; SILVA, B., 2023).

As formações florestais do Cerrado abrangem os tipos de vegetação com predominância de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo. Mata ciliar, vegetação florestal que acompanha os rios de médio porte nas regiões em que a vegetação arbórea não forma galerias. Mata de galeria, vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso d'água. Mata seca, incluídas as formações florestais no Cerrado que não têm associação com cursos de água, caracterizadas por diversos níveis de plantas caducifólias durante a estação seca (ROQUETTE, 2018).

Em relação à classificação do Cerrado, verifica-se que o Cerradão é uma formação florestal com características esclerófilas, motivo pelo qual é incluído no limite mais alto do conceito de Cerrado, sentido amplo. Formações Savânicas englobam quatro tipos fitofisionômicos principais: o Cerrado sentido restrito, o Parque de Cerrado, o Palmeiral e a Vereda. De acordo com a densidade (estrutura) arbóreo-arbustiva, ou com o ambiente em que se encontra, o Cerrado sentido restrito apresenta quatro subtipos - Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Cerrado Rupestre (ROQUETTE, 2018).

2.5 *Neea theifera*

A espécie *Neea theifera*, popularmente conhecida como capa-rosa-do-campo, pertence à família Nyctaginaceae, ocorre em fisionomias campestres de cerrado e em Cerrado típico, sendo classificada como uma árvore pequena com ramos rugosos, folhas simples com cerca de 8 cm de comprimento e 4 cm de largura. As flores são unissexuadas, dispostas em panículas eretas, terminadas com ramificação divaricada, fruto tipo núcula

pequena, oblongo-ovoide, amarelo-avermelhado. A florada normal vai de agosto a dezembro, frutificando de outubro a janeiro, mas novas floradas ocasionais podem ocorrer de fevereiro a abril (DURIGAN *et al.*, 2004).

Estudos farmacológicos sobre a *Neea theifera* comprovaram a atividade antidesintérica e contra enterocolite (CORREA, 1984). Na medicina popular, a folha da espécie é utilizada no tratamento de diarreia. Outra pesquisa relata também o uso dessa espécie no tratamento de afecções gástricas (LEWIS; ELVIN-LEWIS, 1984). Na literatura outras espécies do gênero *Neea* também são descritas com propriedades medicinais, como, por exemplo, no tratamento anti-inflamatório e antiulcerogênico (SANTOS, V., 2012).

Por meio da análise de fitoquímicos das folhas de *N. theifera*, foram possíveis o isolamento e a identificação de nove flavonas: Vitexina, Isovitexina, Orientina, Isoorientina, Vicenina-2, Crisoeriol, Apigenina, Luteolina e Luteolina-7-O-[2''-O-(5'''-O-feruloil)-D-apiofuranosil]-E-D-glicopiranosídeo, esta última inédita. A triagem química preliminar evidenciou que, além de flavonoides, essa espécie tem também esteroides, terpenoides e saponinas (RINALDO, 2007).

Em estudos conduzidos com plantas da família Nyctaginaceae, foram observados diversos fitoquímicos, como, por exemplo, a *Boerhavia coccínea* e *Boerhavia erecta* (erva-tostão), que têm em sua composição taninos e saponinas, a *Bougainvillea glabra* (Primavera) tem betacianinas e flavonoides, já a *Bougainvillea spectabilis* apresenta flavonoides, cumarinas e compostos fenólicos. Na maioria dos estudos, os compostos nematicidas foram caracterizados como alcaloides, terpenos ou flavonoides, obtidos de plantas das famílias Meliaceae, Fabaceae, Rutaceae, Apocynaceae e Simaroubaceae, muito encontradas no Cerrado (CHANG *et al.*, 1994; CHITWOOD, 2002; EDEOGA; IKEM, 2002; FERRAZ *et al.*, 2010; HEUER *et al.*, 1994).

Diversos compostos botânicos podem atuar diretamente inibindo a eclosão e a movimentação dos nematoides, interferindo na localização das raízes pelos nematoides, ou ainda ativando mecanismos latentes de defesa das plantas (CHITWOOD, 2002; FERRAZ *et al.*, 2010). Portanto, são necessários estudos para comprovação da atividade nematicida dessa planta em razão das substâncias químicas encontradas na capa-rosa-do-campo.

Como já constatado, muitas plantas nativas do cerrado apresentam atividade antimicrobianas e nematicidas, logo, faz-se necessário explorar mais esse bioma. Diante disso, a *Neea theifera*, popularmente conhecida como capa-rosa-do-campo, deve ser

estudada, considerando que mostra potencial para inibir patógenos. Em ensaios conduzidos avaliando a atividade antimicrobiana do extrato clorofórmico e metanólico de *Neea theifera*, foram observados resultados positivos dos extratos para os patógenos *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica* e *Mycobacterium tuberculosis* (RINALDO, 2007).

Por conseguinte, a busca por novas estratégias de manejo mais sustentável torna-se essencial para o controle de nematoides de galhas na cultura do jiloeiro. Neste contexto, o controle alternativo de nematoides de galhas com substâncias de plantas nativas do cerrado merece destaque. O estudo de espécies do cerrado brasileiro no que diz respeito aos aleloquímicos é muito restrito. Então se observa uma imensa capacidade para investimento em pesquisas nesta área, com um amplo resultado significativo esperado. Este estudo poderá colaborar no conhecimento de extratos de plantas do Cerrado, contribuindo, assim, para uma agricultura mais orgânica e sustentável.

3 REFERÊNCIAS

ALCANTARA, H. P. de; PORTO, F. G. M. Influência de fertilizante foliar com aminoácidos na cultura do jiló. **Brazilian Journal of Development**, v.5, n.6, p.5554-5563, 17 abr. 2019. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n6-087> Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/1777> Acesso em: 06 de janeiro de 2024.

ASSUNÇÃO, M. C. *et al.* Espécies de *Meloidogyne* em alface na região agreste do estado de Alagoas. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v.47, n.1, p.60-61, Jan.-Mar. 2021. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/193806> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/CQycSFjHyzkS83FjtJcstPp/abstract/?lang=pt> Acesso em: 15 jan. 2024.

BERNARDES, M. M. e S.; SILVA, B. do V. Perdas de biodiversidade no bioma cerrado e efeitos das alterações ambientais na avifauna. **CIPEEX**, v.4, 2023. Disponível em: <https://anais.unievangelica.edu.br/index.php/CIPEEX/article/view/10391> Acesso em: 12 jan. 2024.

BONETI, J. I. S. *et al.* Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.3, p.553, 1981. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=9232a12b-2a57-4b2b-8724-dae6ad63e065> Acesso em: 08 de dezembro de 2023.

CHANG, W. S. *et al.* Inhibitory effects of phenolics on xanthine-oxidase. **Anticancer Research**, v.14, n.2A, p.501-506, Mar.-Apr. 1994. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:10162268> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8017853/> Acesso em: 16 de dezembro de 2023.

CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, n.40, p.221-249, 2002. [doi: 10.1146/annurev.phyto.40.032602.130045](https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.40.032602.130045) Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12147760/> Acesso em: 20 de janeiro de 2024.

CONCEIÇÃO, A. D. P. da. **Ação de extratos vegetais *in vitro* de nematoides das galhas**. 2019. 37p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina - PE, 2019. <http://hdl.handle.net/123456789/406> Disponível em: <https://releia.ifsertao-pe.edu.br/jspui/handle/123456789/406> Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio

de Janeiro: Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, v.6, n.77, 1984. Disponível em: <https://koha.inpa.gov.br/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=14209> Acesso em: 03 de janeiro de 2024.

COUTINHO K. V. S. *et al.* Efeito de extratos vegetais de plantas nativas do cerrado baiano no parasitismo do nematoide das galhas. *In: PACHECO, C. S. G. R.; SANTOS, R. P. (org.) Agroecologia: Produção e Sustentabilidade em Pesquisa*, v.3, p.292-302, 31 jan. 2023. Cap.20. Doi: [10.37885/978-65-5360-148-2](https://doi.org/10.37885/978-65-5360-148-2) Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/artigos/efeito-de-extratos-vegetais-de-plantas-nativas-do-cerrado-baiano-no-parasitismo-do-nematoide-das-galhas> Acesso em: 21 de janeiro de 2024.

DURIGAN, G. *et al.* (ed.). **Plantas do Cerrado Paulista: imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004. 488p. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://smastr16.blob.core.windows.net/i-florestal/sites/234/2004/01/plantas-do-cerrado-paulista-29mb.pdf> Acesso em: 02 de fevereiro de 2024.

EDEOGA, H. O.; IKEM, C. I. Tannins, saponins and calcium oxalate crystals from Nigerian species of *Boerhavia* L. (Nyctaginaceae). **South African Journal of Botany**, v.68, n.3, p.386-388, 1 Sept. 2002. [https://doi.org/10.1016/S0254-6299\(15\)30403-8](https://doi.org/10.1016/S0254-6299(15)30403-8) Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629915304038> Acesso em: 25 de janeiro de 2024.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. **Nematologia de Plantas: coleta de amostras nematológicas; Recomendacoes gerais: principais metodos de extracao de nematoides de amostras de solo e de raizes**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1992. 12p. Biblioteca(s): Epagri-Chaçapécó. Disponível em: [https://biblioteca.epagri.sc.gov.br/consulta/busca?b=ad&id=117786&biblioteca=vazio&busca=\(autoria:%22FERRAZ,%20L.C.C.B.%22\)&qFacets=\(autoria:%22FERRAZ,%20L.C.C.B.%22\)&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1](https://biblioteca.epagri.sc.gov.br/consulta/busca?b=ad&id=117786&biblioteca=vazio&busca=(autoria:%22FERRAZ,%20L.C.C.B.%22)&qFacets=(autoria:%22FERRAZ,%20L.C.C.B.%22)&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1) Acesso em: 06 de janeiro de 2024.

FERRAZ, S. *et al.* **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: Editora UFV, 2010. 299p. Disponível em: https://www.academia.edu/45543129/Manejo_Sustent%C3%A1vel_de_Fitonemat%C3%B3ides_Silamar_Ferraz_Editora_UFV_2010 Acesso em: 08 de janeiro de 2024.

GUARDIANO, J. **Imobilização de *saccharomyces cerevisiae* em bagaço de cana-deaçúcar e alginato para a produção de etanol**. 2018. 79 f.: il. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial) – Universidade Positivo, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Industrial, Curitiba, 2018. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unicid.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2268/1/Jefferson%20Guardiano.pdf> Acesso em: 15 dezembro de 2023.

GUIMARÃES, N. N. *et al.* Potencial de extratos de plantas e manipueira no controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro. **Holos**, v.8, p.1-15, 2021. <https://doi.org/10.15628/holos.2021.10311> Disponível em:

<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10311> Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

HAHN, M. H. *et al.* Controle alternativo sobre *Meloidogyne incognita* em soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S.l.], v.14, (Suplemento), p.281-285, 2015. <https://doi.org/10.18188/sap.v14i0.13317> Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/13317> Acesso em: 15 de dezembro de 2023.

HEUER, S. *et al.* Betacyanins from bracts of *Bougainvillea glabra*. **Phytochemistry**, 37, 3: 761- 767, 14 Nov. 1994. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)90354-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)90354-6) Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031942200903546> Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de jiló no estado de Goiás**. Censo Agropecuário. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/jilo/go> Acesso em: 1 fev. 2024.

IMB. Agricultura Familiar em Goiás: Panorama geral e agenda para a pesquisa agropecuária. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos, 42p. 2022. Disponível em: https://goias.gov.br/imb/wp-content/uploads/sites/29/2022/11/godados2022_final_retificado-191.pdf . Acesso: 15 de janeiro de 2024.

LEWIS, W. H.; ELVIN-LEWIS, P. F. Plants and Dental Care among the Jívaro of the Upper Amazon Basin, **Advances in Economic Botany**, v.1, 18 Sept. 1984, p.53-61. JSTOR, Ethnobotany in the Neotropics, Published By: New York Botanical Garden Press, 9p. <https://www.jstor.org/stable/43931369> Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/43931369> Acesso em: 06 de janeiro de 2024.

LOPES, L. N. S. **Controle de *Meloidogyne javanica*: efeito *in vitro* de extratos de plantas nativas do cerrado**. 2017. 50p.:il. Dissertação (Mestrado em Olericultura) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Morrinhos, GO: IFGoiano, 2017. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_9/2021-09-11-10-05-46CONTROLE%20DE%20Meloidogyne%20javanica%20%20EFEITO%20in%20vitro%20DE%20EXTRATOS%20DE%20PLANTAS%20NATIVAS%20DO%20CERRADO_Loren Acesso em: 14 de janeiro de 2024.

MACHADO, A. C. Z.; SILVA, S. A. da; FERRAZ, L. C. C. B. **Métodos em Nematologia Agrícola**, 2019. 206p. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://nematologia.com.br/files/livros/boook5.pdf> Acesso em: 20 de janeiro de 2024.

MARCHI, E. C. S. *et al.* Alelopatia em espécies nativas do Cerrado. **Savannah Journal of Research and Development**, v.1, n.1, p.48-52, 2017. <https://doi.org/10.26512/savannahjournal.v1i1.7369> Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/savannahjournal/article/view/7369> Acesso em: 16 de janeiro de 2024.

MATTOS, V. da S. *et al.* Caracterização de um complexo de espécies do nematoide das galhas parasitando arroz irrigado na Região Sul do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. **Embrapa, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v.331, p.1-30, dez. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1088340/caracterizacao-de-um-complexo-de-especies-do-nematoide-da> Acesso em: 15 de dezembro de 2023.

MELO, T. A. de; SERRA, I. M. R. de S. Materiais vegetais aplicados ao manejo agroecológico de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v.45, n.1, p.97-103, 2019. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.br/j/sp/a/cBWK7hqdr7vtVGtJgsxhPqS/?lang=pt&format=pdf> Acesso em: 20 de dezembro d 2023.

NEVES, W. dos S.; LOPES, E. A.; FERREIRA, P. A. Uso de produtos e extratos vegetais no controle de nematoides. In: VENZON, M. *et al.* (ed.). **Controle alternativo de pragas e doenças: opção ou necessidade?** Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. p.118-124. 152p.:il. color. Versão eletrônica (pdf:10,5 Mbps) ISBN 978-65-86500-08-0. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Michela-Batista/publication/355916721_Green_lacewings_and_their_role_in_pest_management/links/6184352deef53e51e12e9baf/Green-lacewings-and-their-role-in-pest-manageme Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

NEVES, W. S. *et al.* Ação nematicida de óleo, extratos vegetais e de dois produtos à base de capsaicina, capsainoides e alil isotiocianato sobre juvenis de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood). **Nematologia Brasileira**, v.32, n.2, p.93-100, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/50756665/A%C3%A7%C3%A3o_Nematicida_de_%C3%93leo_Extratos_Vegetais_e_de_Dois_Produtos_%C3%A0_Base_de_Capsaicina_Capsain_%C3%B3ides_e_Alil_Isotiocianato_sobre_Juvenis_de_Meloidogyne_javanica_Treub_Chitwood Acesso em: 17 de janeiro de 2024.

OKA, Y. Nematicidal activity of *Verbesina encelioides* against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* and effects on plant growth. **Plant and Soil**, v.355, n.1, p.311-322, Jun. 2012. DOI:10.1007/s11104-011-1100-8 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/257638690_Nematicidal_activity_of_Verbesina_encelioides_against_the_root-knot_nematode_Meloidogyne_javanica_and_effects_on_plant_growth Acesso em: 08 de dezembro de 2023.

PINHEIRO, J. B. Manejo e danos de fitonematoides em hortaliças: cenoura, batata, gengibre, inhame, mandioquinha-salsa e tomate para processamento industrial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 34., **Anais...** Vitória, 2017. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1073380> Acesso em: 02 de fevereiro de 2024.

PINHEIRO, J. B.; AMARO, G. B.; PEREIRA, R. B. Nematoides em pimentas do gênero *Capsicum*. **Circular Técnica 104**, Brasília, DF: Embrapa, 2012. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/942478/nematoides-em-pimentas-do-genero-capsicum> Acesso em: 03 de janeiro de 2024.

PINHEIRO, J. B.; MELO, R. A. de C.; RAGASSI, C. F. Manejo de nematoides em hortaliças sob plantio direto (ed.). **Circular Técnica**, 171, Embrapa Hortaliças, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1120353/manejo-de-nematoides-em-hortalicas-sob-plantio-direto> Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

PINHEIRO, J. B. *et al.* Ocorrência e manejo de nematoides na cultura do jiló e da berinjela. **Circular Técnica** 125, Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, abr. 2013a. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84778/1/ct-125.pdf> Acesso em: 19 de dezembro de 2023.

PINHEIRO, J. B. *et al.* Manejo de nematoides na cultura do quiabeiro. **Circular Técnica** 127, Brasília, DF: Embrapa, abr. 2013b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/960522/manejo-de-nematoides-na-cultura-do-quiabeiro> Acesso em: 14 de janeiro de 2024.

PINHEIRO, J. B. *et al.* **A cultura do Jiló**. Coleção Plantar, 75: Jiló, Brasília, DF: Embrapa, 2015. 70p.:il. Color. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165357/1/PLANTAR-Jilo-ed-01-2015.pdf> Acesso em: 02 de novembro de 2023.

RAMIRO, J. **Nematoides**: conheça os prejuízos que esses vermes causam e descubra como controlá-los. 19 jul. 2019. Disponível em: <https://boaspraticasagronicas.org.br/nematoides-conheca-os-prejuizos-que-esses-vermes-causam-e-descubra-como-controla-los/> Acesso em: 16 de novembro de 2023.

RINALDO, D. **Uso sustentável da biodiversidade brasileira: prospecção químico-farmacológica em plantas superiores - *Neea theifera* Oersted (Nyctaginaceae)**. 2007. 84p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Química, 2007. <http://hdl.handle.net/11449/97997> Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/22f781ec-4d27-4e6f-8a88-15107598e711> Acesso em: 15 de janeiro de 2024.

ROQUETTE, J. G. Distribuição da biomassa no Cerrado e sua importância na armazenagem do carbono. **Ciência Florestal**, v.28, n.3, p.1350-1363, Jul.-Sep.2018. <https://doi.org/10.5902/1980509833354> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/98ZtkfBCVL78S3RqqTc7wGw/> Acesso em: 21 de janeiro de 2024.

SANTOS, V. H. M. dos. **Potencial alelopático de extratos e frações de *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) sobre sementes de plântulas de *Lactuca sativa***. 2012. 51p. Dissertação [Mestrado em Ciências Biológicas (Botânica)] - UNESP: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, 2012. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www2.ibb.unesp.br/posgrad/teses/botanica_me_2012_valter_santos.pdf Acesso em: 23 de dezembro de 2023.

SILVA, J. R. B. da *et al.* Caracterização físico-química e biométrica do fruto Jiló (*Solanum gilo* Raddi). **Research, Society and Development**, v.11, n.4, p.34211427323-e34211427323, 20 mar. 2022. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27323> Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2021/TRABALHO_EV161_MD1_SA106_ID1061_29092021150901.pdf Acesso em: 13 de dezembro de 2023.

SILVA, R. V. da *et al.* Atividade nematicida do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus*) sobre eclosão de *Meloidogyne javanica*. **Conjecturas**, v.22, n.13, p.534-546, Especial Mais Ciência, 28 set. 2022. <https://doi.org/10.53660/CONJ-1704-2H51> Disponível em: <https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1704> Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

TABA, S.; SAWADA, J.; MOROMIZATO, Z. Nematicidal activity of Okinawa Island plants on the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. **Plant and Soil**, v.303, n.1, p.207-216, 2008. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9499-7> Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-007-9499-7#citeas> Acesso em: 12 de novembro de 2023.

VIEIRA, P.; GLEASON, C. Plant-parasitic nematode effectors - insights into their diversity and new tools for their identification. **Curr. Opin. Plant Biol.** n.50, p.37-43, Aug. 2019. DOI: [10.1016/j.pbi.2019.02.007](https://doi.org/10.1016/j.pbi.2019.02.007) Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30921686/> Acesso em: 14 de novembro de 2023.

XIANG, N.; LAWRENCE, K. S.; DONALD, P. 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, 26 Apr. 2018. <https://doi.org/10.1111/jph.12712> Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jph.12712> Acesso em: 17 de janeiro de 2024.

ZHANG, Y. *et al.* Fungi-nematode interactions: diversity, ecology, and biocontrol prospects in agriculture. **Journal of Fungi (Basel)**, v.4;6, n.4, p. 206, Oct. 2020. <https://doi.org/10.3390/jof6040206> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33020457/> Acesso em: 25 de janeiro de 2024.

4 CAPÍTULO I

Avaliação da atividade do extrato aquoso da capa-rosa (*Neea theifera*) na eclosão de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne incognita*

Resumo: As plantas do cerrado podem ser grandes aliadas no controle de nematoides por apresentarem várias substâncias com atividades nematicidas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do extrato aquoso de capa-rosa (*Neea theifera*) na eclosão de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne incognita*. Em condição de laboratório, foi analisado o efeito nematicida do extrato aquoso de capa rosa, nas concentrações de 0, 5, 10, 20, 40, 80 $\mu\text{L L}^{-1}$. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída por um tubo de ensaio contendo 1 mL de solução aquosa nas respectivas concentrações dos extratos e de cerca de 130 J2 de *M. incognita*. Os tubos foram armazenados em incubadora do tipo BOD no escuro a 26 °C por 15 dias. Foi avaliado em câmara de Peter sob microscópio fotônico na ampliação de 100 X o número de J2 eclodidos. Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância, utilizando o programa estatístico Sisvar[®]. Pela análise dos dados, foi possível observar resultado positivo na redução da taxa de eclosão de *M. incognita* em todas as concentrações. Na medida em que as concentrações foram aumentadas, houve aumento na taxa de inibição da eclosão do nematoide. Conclui-se que a concentração de maior destaque do extrato de *N. theifera* foi a de 80 $\mu\text{L L}^{-1}$, reduzindo em 93,46% a taxa de eclosão de *M. incognita*, demonstrando que essa planta tem grande potencial nematicida.

Palavras-chave: Aleloquímicos. Cerrado. Controle alternativo. Nematóide de galhas.

3 CHAPETER I

Evaluation of the cape rosa (*Neea theifera*) aqueous extract activity on the hatching of second-stage juveniles (J2) of *Meloidogyne incognita*

Abstract: Cerrado (Brazilian Savanna) plants can be great allies in controlling nematodes, as they contain many substances with nematicidal activities. Thus, this paper aimed to evaluate the effect of the capa-rosa (*Neea theifera*) aqueous extract on the hatching of second-stage juveniles (J2) of *Meloidogyne ncógnita*. Under laboratory conditions, the nematicidal effect of the capa-rosa aqueous extract was analyzed at concentrations of 0; 5; 10; 20; 40; and 80 $\mu\text{L L}^{-1}$. The experiment was carried out in a completely randomized design with six treatments and six replicates, totaling thirty-six experimental units. Each experimental unit was applied with a test tube containing 1 mL of aqueous solution at the respective extract concentrations and around 130 J2 of *M. incognita*. The tubes were stored in a biochemical oxygen demand (BOD) type incubator in the dark at 26 °C for 15 days. The number of J2 hatched was evaluated in Peter's chamber under a Photonic microscope at 100 X magnification. The data were subjected to analysis of variance at 5% significance by the Sisvar® statistical program. By analyzing the data, it was possible to observe a positive result in reducing the hatching rate of *M. incognita* in all concentrations. As concentrations increased, there was an increase in the inhibition rate of nematode hatching. It is concluded that the most prominent concentration of the *N. theifera* extract was 80 $\mu\text{L L}^{-1}$, reducing the *M. incognita* hatching rate by 93.46%, showing that this plant has great nematicidal potential.

Keywords: Aleloquimic. Alternative control. Cerrado (Brazilian Savanna). Root-knot nematode

4.1 Introdução

Os nematoides são animais invertebrados que sobrevivem em diferentes habitats, sendo classificados de acordo com seus hábitos alimentares. Os fitonematoides, ou seja, os parasitas de plantas, são caracterizados pela presença de um estilete no aparelho bucal, que tem como função parasitar as plantas, causando danos nas raízes, caules, frutos, sementes e arte aérea, provocando queda na produção e na qualidade, podendo levar a planta à morte (VIEIRA; GLEASON, 2019). Estima-se que os nematoides sejam responsáveis pela redução na produção agrícola da ordem de 6,9 a 50% no Brasil e no mundo (MICHELS *et al.*, 2020).

Dos fitonematoides mais importantes, destaca-se o gênero *Meloidogyne*, conhecido, popularmente como nematoide de galhas radiculares, representando o grupo de maior importância mundial. Os nematoides das galhas são amplamente disseminados por apresentarem alta capacidade de se adaptar a diversos tipos de hospedeiro, solo e clima. Eles se caracterizam por apresentar alta capacidade de reprodução e sintomas como tumores nas raízes ou galhas radiculares, dificultando a passagem de água e nutrientes, causando murcha, queda de produção, nanismo, desequilíbrio nutricional e até a morte da planta (MATTOS *et al.*, 2017).

Uma das formas de controlar os nematoides de galhas é pelo uso de nematicidas químicos, porém esse método se tornou reduzido, pelos riscos de contaminação ao homem e ao meio ambiente (GONÇALVES *et al.*, 2016). Logo, têm sido buscados novos métodos de controle, menos danosos, visando a diminuir ou a suprimir a população desses nematoides no solo. Diante disso, manejos como rotação de culturas, controle biológico, adubação equilibrada, introdução de matéria orgânica, alqueives, plantas armadilhas, óleos essenciais e extratos de plantas têm se tornado ferramentas essenciais para o manejo integrado de fitonematoides (MOREIRA; FERREIRA, A., 2015).

Na busca por controle alternativo de fitonematoides, os extratos de plantas têm apresentado efeito positivo no manejo desses patógenos por terem substâncias com atividades nematicidas e antimicrobianas. Além disso, essa prática tem se tornado acessível a produtores da agricultura familiar e a horticultores que têm menos acesso a novas tecnologias (GUIMARÃES *et al.*, 2021).

As principais substâncias ativas obtidas de plantas, contra nematoides, já caracterizadas, pertencem às classes dos alcaloides, terpenos e flavonoides, os quais são obtidos de plantas das famílias Meliaceae, Fabaceae, Rutaceae, Apocynaceae e

Simaroubaceae, sendo muitas dessas plantas encontradas no cerrado brasileiro (CHITWOOD, 2002; FERRAZ *et al.*, 2010). Geralmente, esses compostos inibem a eclosão, causam mortalidade de juvenis e reduzem a movimentação dos nematoides, além de interferir na localização das raízes ou ativando mecanismos de defesa intrínsecos das plantas (CHITWOOD, 2002; FERRAZ *et al.*, 2010).

A espécie nativa do Cerrado brasileiro *Neea theifera*, popularmente conhecida como capa-rosa-do-campo, pertence à família Nyctaginaceae. Esta espécie está amplamente disseminada neste bioma, inclusive em Goiás. Estudos farmacológicos sobre a *Neea theifera* comprovaram a presença de compostos com atividade medicinais e antimicrobianas, a exemplo de esteroides, flavonoides, terpenoides e saponinas (CORREA, 1984; SANTOS, V., 2012). Em razão da importância do gênero *Meloidogyne* na agricultura e principalmente na olericultura brasileira, são necessários novos estudos sobre estratégias para reduzir os prejuízos causados por esse nematoide. Assim, no presente trabalho objetivou-se estudar em condições de laboratório a atividade nematicida do extrato aquoso de *Neea theifera* na inibição da eclosão de *M. incognita*.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Local dos experimentos

Os trabalhos foram conduzidos no laboratório de Nematologia Agrícola instalado no Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, situado a uma altitude de, aproximadamente, 800 metros, nas coordenadas 17°43' S e 49°08' W.

4.2.2 Identificação da planta

Para a identificação da espécie de *Neea theifera*, foram coletadas folhas, flores e frutos no Cerrado de Cristalina – GO, na fazenda Recanto dos Buritis, próximo à região da Cachoeira do Arrojado, a 11 km de Cristalina, sob as coordenadas de 16°47'36" S, 47°31'33" W (Fig. 4.1). Na sequência, o material foi colocado em uma prensa botânica. Após seco, o material coletado foi levado para o Jardim Botânico de Brasília, que foi responsável pela herborização, caracterização, identificação, e depositado no herbário de Brasília.

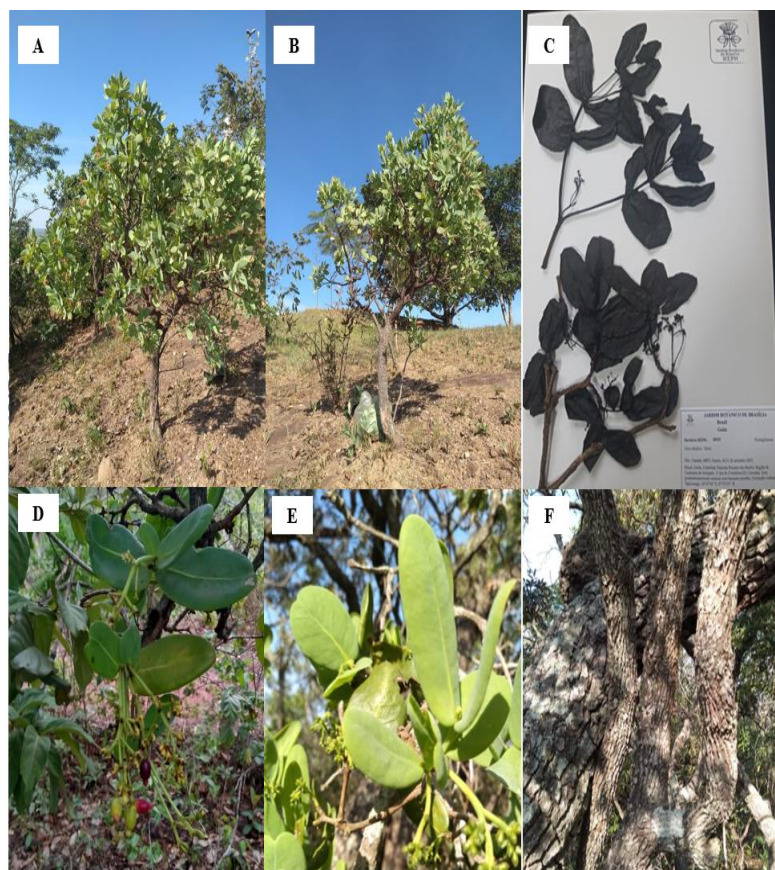


Figura 4.1 - Planta de *Neea theifera* em seu habitat natural Cerrado. A e B. Planta *N. theifera* no Cerrado Morro da Catraca em Morrinhos. C. Exsicata de *N. theifera*. D. Fruto de *N. theifera*. E. Folhas de *N. theifera*. F. caule de *N. theifera* no Cerrado em Cristalina – GO

4.2.3 Obtenção e preparo do inóculo de *M. incognita*

O inóculo dos nematoides utilizado nos ensaios foi obtido de uma população pura de *M. incognita*, disponibilizada pelo Laboratório de Nematologia Agrícola do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A multiplicação foi feita em plantas de jiloeiro, mantidas em casa de vegetação por pelo menos 60 dias. Para a extração dos ovos dos nematoides, foi seguido o método de Boneti e Ferraz (1981). A contagem dos ovos para a calibração da suspensão (5.000 ovos/vaso) foi feita em microscópio fotônico na ampliação de 100 X, utilizando a câmara de contagem de Peters.

4.2.4 Preparo dos extratos aquoso capa rosa

A obtenção dos extratos da planta foi baseada no método de Ferris e Zeng (1999): um grama do material seco de folhas de capa-rosa trituradas em liquidificador foi adicionado a 10 mL de água destilada. Esta mistura foi mantida em repouso por 24 horas

na ausência de luz. Os extratos foram colocados em tubos de vidro escuro de 1 L de capacidade e depois mantidos em congelador de geladeira a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o momento de utilização (Fig. 4.2).



Figura 4.2 - Preparo do extrato aquoso de folhas de capa-rosa. A: Coleta de material de *Neea theifera* no cerrado do Morro da Catraca em Morrinhos, GO. B: Material vegetal de capa-rosa-do-campo coletado. C: Preparo para secagem do material vegetal. D: Trituração do material vegetal seco. E: Aferição da massa do material para preparação do extrato. F: Mistura do material vegetal com água destilada. G: Descanso do extrato por 24 horas. H: Extrato coado em filtro de papel. I. Extrato aquoso finalizado

4.2.5 Atividade dos extratos aquosos sobre a eclosão de juvenis de *M. incognita*

O experimento foi montado em tubos de ensaio, colocando 1 mL da suspensão contendo 130 ovos do nematoide, em seguida, os extratos aquosos de capa-rosa, nas concentrações de 0, 5, 10, 20, 40 e $80\text{ }\mu\text{L L}^{-1}$. No tratamento controle, foi adicionada apenas água esterilizada. Os tubos foram mantidos em câmaras de crescimento, incubadora do tipo demanda biológica de oxigênio (B.O.D), por 15 dias, a uma temperatura de $26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, no escuro. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. A parcela experimental foi representada por cada tubo de ensaio. Após 15 dias, foi avaliado o número de J2 eclodidos por tratamento, utilizando um microscópio fotônico na ampliação de 100 X em câmara de Peters, com o auxílio de um contador manual (Fig. 3.3).

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de média de Scott-Knott a 5% de significância, utilizando o programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, D., 2011). Para o cálculo do percentual de redução de taxa de eclosão, foi utilizada a regra de três simples do valor inicial de ovos (130) representando 100% e o total de ovos remanescentes de cada tratamento, resultando no percentual de J2 não eclodidos.



Figura 4.3 - Instalação do experimento *in vitro*. A. Adicionando solução com ovos de *Meloidogyne incognita* no tubo de ensaio. B e C. Adicionando as respectivas concentrações do extrato de *Neea theifera*. D e E. Tubos de ensaio utilizados para instalação do experimento

4.3 Resultados e discussão

Pela análise de variância dos dados de eclosão dos juvenis de segundo estágio (J2) de *M. incognita* em condições *in vitro*, foi possível observar diferença ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos pelo teste de médias de Scott-knott a 5% de significância. Os valores médios obtidos da taxa de eclosão dos (J2) e a percentagem de inibição de eclosão estão descritos na Tabela 4.1. O teste de média mostrou que as concentrações do extrato de *N. theifera* apresentaram efeito positivo, reduzindo a taxa de eclosão de J2, quando comparadas com o tratamento controle, contendo apenas água esterilizada. A concentração de maior destaque do extrato de *N. theifera* foi a de $80\mu\text{L L}^{-1}$, reduzindo em

93,46% a taxa de eclosão do nematoide, seguida das concentrações de 20 e 40 $\mu\text{L L}^{-1}$, que reduziram 75,25 e 75,89%, respectivamente (Tabela 4.2).

Tabela 4.1 – Valores médios da análise de variância do Número de Ovos (NO) em função de diferentes concentrações de extrato aquoso de *Neea theifera*. Morrinhos (GO), 2023

| Causas de Variação | GL | Quadrados Médios |
|-----------------------------|----|------------------|
| | | Número de ovos |
| Tratamento | 5 | 4843,11** |
| Resíduo | 30 | 82,10 |
| Coeficiente de Variação (%) | | 10,53 |

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

Tabela 4.2 - Valores médios de Número de Ovos (NO) pelo teste de Scott-Knott

| Tratamentos | Variáveis Analisadas | |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------|
| | NO | % de inibição da eclosão |
| 0 $\mu\text{L L}^{-1}$ | 38,00 e | 29,23% |
| 5 $\mu\text{L L}^{-1}$ | 73,00 d | 56,15% |
| 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ | 87,50 c | 67,31% |
| 20 $\mu\text{L L}^{-1}$ | 97,83 b | 75,25% |
| 40 $\mu\text{L L}^{-1}$ | 98,66 b | 75,89% |
| 80 $\mu\text{L L}^{-1}$ | 121,50 a | 93,46% |
| Coeficiente de variação (CV)% | 10,53 | - |

CV = Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si estatisticamente a nível de 1% de probabilidade pelo teste de Scott-knott.

A partir da análise de regressão linear, foi possível verificar relação positiva entre as variáveis analisadas (Fig. 4.4). Logo, observa-se que na medida em que foram aumentadas as concentrações do extrato de folhas de capa rosa, foi elevado também o percentual de redução de eclosão de J2 de *M. incognita*, em comparação com o tratamento controle, apenas água destilada.

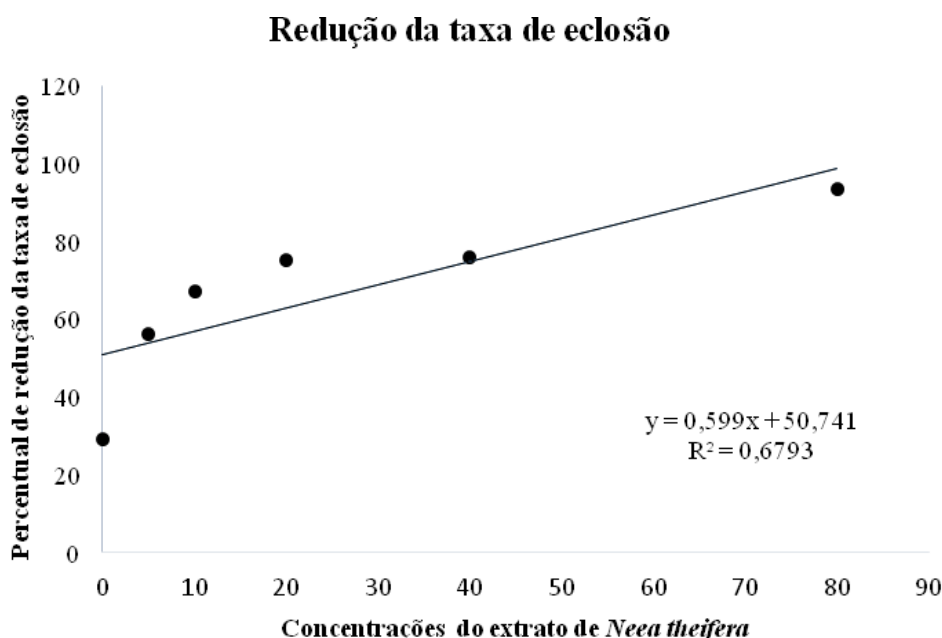


Figura 4.4 - Regressão linear referente aos valores do percentual de redução de eclosão sobre *Meloidogyne incognita* em função dos tratamentos utilizados de extrato de *Neea theifera*

Por meio da análise dos dados, verificou-se que, no tratamento controle contendo somente água, não houve a total eclosão dos J2 colocados no tubo no período de 15 dias de incubação. Esse percentual foi de 70,77 % de eclosão, considerado normal, em função de que alguns juvenis mesmo em condições ideais não eclodem. Isso pode ser explicado por fatores como temperatura, mudança de habitat, alteração no ambiente, causando baixa atividade metabólica, levando a um maior tempo para a eclosão (SILVA, J., 2020).

Observou-se que na medida em que ocorreu o aumento das concentrações no teste *in vitro*, ocorreu maior inibição da eclosão dos J2, destaque para a concentração de 80 $\mu\text{L L}^{-1}$ reduzindo em 93,46%. Em trabalho semelhante em condições semelhantes feito com o extrato da folha de marmelinho do cerrado (*Cordia sessilis*), observou-se que uma concentração de 50 mg L^{-1} causou mortalidade de 95% dos J2 de *M. javanica* (SILVA, R. *et al.*, 2022). Além disso, a análise da constituição química das folhas de *C. sessilis* mostra que ela apresenta metabólitos secundários, a exemplo de triterpenos e flavonoides, também encontrados na *N. theifera* em grandes quantidades (FERREIRA, A., 2018). Este fato indica que a capa-rosa e o marmelinho do cerrado têm, em sua composição, substâncias nematicidas semelhantes.

Vale salientar que mesmo na menor concentração do extrato de *N. theifera*, 5 $\mu\text{L L}^{-1}$ já foram suficientes para reduzir a taxa de eclosão de *M. incognita* em 56,15%. Estudos conduzidos na análise química das folhas de *N. theifera* constataram presença de metabólitos secundários das classes de esteroides, flavonoides, saponinas e terpenoides

(RINALDO, 2007). Os metabólitos secundários são aqueles que não influenciam diretamente no crescimento e desenvolvimento vegetal, mas também desempenham outras funções benéficas como proteção contra patógenos, pragas e animais herbívoros (OLIVEIRA, 2010; SILVA, R. *et al.*, 2022; TAIZ; ZEIGER 2004). Logo, observa-se que o extrato de *N. theifera* tem grande capacidade para reduzir a taxa de eclosão de *M. incognita*, mesmo em pequenas concentrações.

Na maior concentração do extrato aquoso de 80 $\mu\text{L L}^{-1}$, foi verificada redução da eclosão de J2 de *M. incognita* de 93,46%. O efeito nematicida do extrato de *N. theifera* pode ser atribuído aos metabólitos secundários como os flavonoides, presentes nessa planta. Os flavonoides representam uma classe de metabólitos nas plantas com atividade nematicida, inibindo o movimento e o desenvolvimento embrionário dos ovos, repelindo os J2. A classe dos flavonoides (kaempferol, quercetina e miricetina) tem forte ação nematicida. Kaempferol é responsável por inibir a eclosão de ovos e, juntamente com a quercetina e a miricetina, causa repelência e efeito nematostático em juvenis de *Meloidogyne* (JAIN; KHATANA; VIJAYVERGIA, 2019; SATO; KADOTA; SHIRASU, 2019).

Os compostos da classe química dos terpenos também fazem parte dos metabólitos secundários presentes na *N. theifera* (RINALDO, 2007). Os terpenos exercem diversas funções como comunicação, aclimatação, mecanismos de defesa, inibidores de herbívoros, insetos e repelência. Além disso, têm compostos antibacterianos, alelopáticos e substâncias tóxicas e antioxidantes, que podem explicar a atividade nematicida encontrada no extrato da capa-rosa-do-campo no presente trabalho (COSTA, 2021; TETALI, 2019). Utilizando óleo essencial de frutos verdes de aroeirinha sobre a eclosão de *M. javanica*, os autores observaram redução de 86%. Esse efeito pode ter ocorrido devido aos terpenos presentes no óleo de aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*), que podem causar ação lipofílica nas membranas dos nematoides, provocando rupturas e modificações na permeabilidade. Esses dados confirmam aqueles encontrados nesse trabalho, evidenciando a atividade nematicida dos terpenos presentes na *N. theifera*.

A espécie *N. theifera*, analisada no presente estudo, tem em sua composição o metabólito secundário denominado saponina (RINALDO, 2007). Este composto pode ser classificado em saponinas triterpênicas e esteroidais, as quais agem em diferentes estádios nos nematoides. Diversos autores ressaltam que a atividade biológica presente nas saponinas pode estar ligada à desestabilização da estrutura da membrana, tornando-a

permeável, provocando seu rompimento (BOTURA *et al.*, 2013; BÖTTGER; HOFMANN; MELZIG, 2012). Ao avaliar a atividade nematicida *in vitro* da fração de saponinas de *Ziziphus joazeiro*, em nematoides de caprinos, foi observada inibição da taxa de eclosão (GOMES *et al.*, 2016). Estes dados confirmam aqueles encontrados na ação de *N. theifera* na redução da eclosão de J2 de *M. incognita*, indicando que as saponinas contidas na planta podem apresentar efeito nematicida sobre a eclosão de juvenis de nematoides.

Muitas famílias de plantas de ocorrência no Cerrado Brasileiro têm substâncias com atividade nematicidas já comprovadas. Exemplos dessas plantas são as pertencentes às famílias Meliaceae, Fabaceae, Rutaceae, Apocynaceae e Simaroubaceae. Algumas plantas da família Nyctaginaceae, mesma da *N. theifera*, têm em sua composição diversos fitoquímicos com potencial para inibição de patógenos. Um exemplo é a *Bougainvillea glabra* (Primavera), que tem os compostos betacianinas e flavonoides, a *B. spectabilis*, que contém flavonoides, cumarinas e compostos fenólicos, e a *Boerhavia coccínea* e *Boerhavia erecta* (erva-tostão), que têm em sua composição taninos e saponinas. Portanto, a presença destes compostos reforça o fato de que a família da *N. theifera* deve ser estudada, tendo em vista apresentar potencial para atividade antimicrobiana (CHANG *et al.*, 1994; CHITWOOD, 2002; EDEOGA; IKEM, 2002; FERRAZ *et al.*, 2010; HEUER *et al.*, 1994).

O extrato de *N. theifera* também já foi utilizado para testes de atividade antimicrobiana em outros microrganismos, com resultados positivos. Em análise utilizando extrato clorofórmico de *N. theifera* em bacilos de tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*), observou-se atividade antimicrobiana (HOLETZ *et al.*, 2002). Enquanto pesquisa com extratos metanólicos mostrou atividade moderada para *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica* e atividade forte para *Staphylococcus aureus*. Em todas estas pesquisas, foi utilizada a escala de gradação como parâmetro de atividade antimicrobiana, sendo: $500 \mu\text{g mL}^{-1} < \text{CIM} < 1000 \mu\text{g mL}^{-1}$ fraco; $100 \mu\text{g mL}^{-1} < \text{CIM} < 500 \mu\text{g mL}^{-1}$ moderado; e $\text{CIM} < 100 \mu\text{g mL}^{-1}$ forte (HOLETZ *et al.*, 2002). Estes resultados dos diferentes estudos confirmam os resultados encontrados no presente trabalho, por indicarem a eficiência dos extratos de *N. theifera*, o que demonstra o potencial desta espécie de planta no controle de microrganismos patogênicos.

A análise fitoquímica das folhas de *N. theifera* mostra que essa planta tem em sua composição metabólitos secundários semelhantes aos da planta do cerrado sucupira (*Pterodon emarginatus*), que apresenta em sua composição compostos como taninos,

flavonoides, esteroides, triterpenos, cumarinas, quinonas e alcaloides (LEITE *et al.*, 2014). Em estudo em condições *in vitro* com o extrato etanólico de folhas de sucupira, observou-se que na concentração de 100 ppm foi capaz de causar uma taxa de mortalidade de 100% de J2 de *Ditylenchus gallaeformans* (DANIEL *et al.*, 2022), demonstrando mais uma vez o grande potencial das plantas do cerrado no controle de fitonematoides.

Com base nos resultados gerados nesta pesquisa, foi possível observar que o extrato de *N. theifera* tem potencial para ser utilizado como nematicida natural. Os compostos químicos presentes nessa planta do cerrado podem servir para o desenvolvimento de derivados comerciais com atividade nematicida. Além disso, mais estudos devem ser conduzidos para avaliar o potencial nematicida dessa planta em outras espécies de *Meloidogyne* e também no desenvolvimento de formulações à base de extratos de planta para que possam ser empregados no manejo de fitonematoides.

4.4 Conclusão

O extrato aquoso de *Neea theifera* tem potencial como nematicida, inibindo a eclosão de ovos de *Meloidogyne incognita*. A concentração destaque foi a de 80 µL L⁻¹, reduzindo em 93,46% a eclosão de *M. incognita*.

4.5 Referências

BONETI, J. I. S. *et al.* Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.3, p.553, 1981. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=9232a12b-2a57-4b2b-8724-dae6ad63e065> Acesso em: 06 de janeiro de 2024.

BÖTTGER, S.; HOFMANN, K.; MELZIG, M. F. Saponins can perturb biologic membranes and reduce the surface tension of aqueous solutions: a correlation? **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v.20, n.9, p.2822-2828, 1 May 2012. DOI: [10.1016/j.bmc.2012.03.032](https://doi.org/10.1016/j.bmc.2012.03.032) Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22503361/> Acesso em: 07 de janeiro de 2024.

BOTURA, M. B. *et al.* In vitro ovicidal and larvicidal activity of *Agave sisalana* Perr. On gastrointestinal nematodes of goats. **Veterinary Parasitology**, Elsevier, v.192, n.1-3, p.211-217, 18 Feb. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.10.012> Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23146415/> Acesso em: 15 de janeiro de 2024.

CHANG, W. S. *et al.* Inhibitory effects of phenolics on xanthine-oxidase. **Anticancer Research**, v.14, n.2A, p.501-506, Mar.-Apr. 1994.

<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:10162268> Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8017853/> Acesso em: 20 de dezembro de 2023.
CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, n.40, p.221-249, 2002. [doi: 10.1146/annurev.phyto.40.032602.130045](https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.40.032602.130045) Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12147760/> Acesso em: 10 de dezembro de 2023.

CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, v.6, n.77, 1984. Disponível em: <https://koha.inpa.gov.br/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=14209> Acesso em: 02 de fevereiro de 2024.

COSTA, S. N. de O. **Prospecção de metabólitos secundários relacionados com a resistência de *Psidium* spp. ao nematoide *Meloidogyne enterolobii***. 2021. 96f.: il. Dissertação (Mestrado em Biociências e Biotecnologia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, Campos dos Goytacazes, RJ, Bibliografia: 14 - 44. 2021. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://uenf.br/posgraduacao/biociencias-biotecnologia/wp-content/uploads/sites/12/2021/05/Sara-Nallia.pdf> Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

DANIEL, S. *et al.* Quality by Design for enabling RNA platform production processes. **Trends Biotechnol**, v.40, n.10, p.1213-1228, Oct. 2022. [doi: 10.1016/j.tibtech.2022.03.012](https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2022.03.012) Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35491266/> Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

FERRAZ, S. *et al.* **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: Editora UFV, 2010. 299p. Disponível em:
https://www.academia.edu/45543129/Manejo_Sustent%C3%A1vel_de_Fitonemat%C3%B3ides_Silamar_Ferraz_Editora_UFV_2010 Acesso em: 13 de janeiro de 2024.

FERREIRA, A. E. A. **Atividade biológica e caracterização de compostos presentes nas folhas e cascas de *Cordia sessilis* (Vell.) Kuntze**. 2018. 117f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.1133> Disponível em:
<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21698> Acesso em: 13 de janeiro de 2024.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. (UFLA), v.35, n.6, p.1039-1042, Dec. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001> Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/cagro/a/yjKLJXN9KysfmX6rvL93TSh/?lang=en> Acesso em: 15 de dezembro de 2023.

FERRIS, H.; ZHENG, L. Plant sources of Chinese herbal remedies: effects on *Pratylenchus vulnus* and *Meloidogyne javanica*. **Journal of Nematology**, v.31, n.13, p.241-263, Sep. 1999. Disponível em: <https://www.academia.edu/50476214> Acesso em: 06 de janeiro de 2024.

GOMES, D. C *et al.* *In vitro* anthelmintic activity of the *Zizyphus joazeiro* bark against gastrointestinal nematodes of goats and its cytotoxicity on Vero cells. **Veterinary**

Parasitology, Elsevier, v.226, p.10-16, 15 Aug. 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.06.004> Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401716302126> Acesso em:
15 de janeiro de 2024.

GONÇALVES, F. J. T. *et al.* Atividade antagonista do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) NE Brown (Verbenaceae) sobre *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.1, p.149-156, Jan.-Mar. 2016. https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_127 Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbpm/a/cv4tZMQM97V6JZQG6gz8ZyB/?lang=pt> Acesso em:
20 de dezembro de 2023.

GUIMARÃES, N. N. *et al.* Potencial de extratos de plantas e manipueira no controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro. **Holos**, v.8, p.1-15, 2021. <https://doi.org/10.15628/holos.2021.10311> Disponível em:
<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10311> Acesso em: 15 de dezembro de 2023.

HOLETZ, F. B. *et al.* Screening of some plants used in the Brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.97, n.7, p.1027-1031, Oct. 2002. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762002000700017> Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/mioc/a/SMRK4jhMw84QBZLX6knbbSx/?lang=en> Acesso em:
20 de janeiro de 2024.

HEUER, S. *et al.* Betacyanins from bracts of *Bougainvillea glabra*. **Phytochemistry**, 37, 3: 761- 767, 14 Nov. 1994. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)90354-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)90354-6) Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031942200903546> Acesso em:
06 de janeiro de 2024.

EDEOGA, H. O.; IKEM, C. I. Tannins, saponins and calcium oxalate crystals from Nigerian species of *Boerhavia* L. (Nyctaginaceae). **South African Journal of Botany**, v.68, n.3, p.386-388, 1 Sept. 2002. [https://doi.org/10.1016/S0254-6299\(15\)30403-8](https://doi.org/10.1016/S0254-6299(15)30403-8) Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629915304038> Acesso em:
02 de fevereiro de 2024.

JAIN, C.; KHATANA, S.; VIJAYVERGIA, R. Bioactivity of secondary metabolites of various plants: a review. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v.10, n.2, p.494, Jan. 2019. [DOI:10.13040/IJPSR.0975-8232.10\(2\).494-04](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10(2).494-04) Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/334807518_BIOACTIVITY_OF_SECONDARY_METABOLITES_OF_VARIOUS_PLANTS_A_REVIEW Acesso em: : 05 de janeiro de 2024.

LEITE, L. H. I. *et al.* Composição química e estudo da atividade antibacteriana de *Bowdichia virgilioides* Kunth (Sucupira) Fabaceae – Papilionoidae. **Bol. latinoam. Caribe plantas med. Aromát**, v.13, n.5, p.477-487, Sep.2014. Chile: 2014. Portal Regional da BVS, Informação e Conhecimento para a Saúde. Disponível em:
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-786496> Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

MATTOS, V. da S. *et al.* Caracterização de um complexo de espécies do nematoide das galhas parasitando arroz irrigado na Região Sul do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. **Embrapa, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v.331, p.1-30, dez. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1088340/caracterizacao-de-um-complexo-de-especies-do-nematoide-da> Acesso em: 05 de janeiro de 2024.

MICHELS, B. T. *et al.* Riqueza de morfoespécies de nematoides em áreas de olericultura em Palmas-PR. **Nativa**, v.8, n.3, p.436-441, 10 jun. 2020. <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i3.9267> Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/9267> Acesso em: 15 de janeiro de 2024.

MOREIRA, F. J. C.; FERREIRA, A. C. dos S. Controle alternativo de nematoide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*) com cravo de defunto (*Tagetes patula* L.), em solo. **Holos**, v.1, p.99-110, 2015. <https://doi.org/10.15628/holos.2015.1600> Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1600> Acesso em: 12 de janeiro de 2024.

OLIVEIRA, P. C. de. **Obtenção e caracterização do extrato seco padronizado dos frutos da sucupira *Pterodon emarginatus* vogel Fabaceae**. 2010. 24p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde - Farmácia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brazil, 31 ago. 2010. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/items/6c69d70a-2936-40a7-9f1a-5991c805f1ca> Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

RINALDO, D. Uso sustentável da biodiversidade brasileira: prospecção químico-farmacológica em plantas superiores - *Neea theifera* Oersted (Nyctaginaceae). 2007. 84p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Química, 2007. <http://hdl.handle.net/11449/97997> Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/22f781ec-4d27-4e6f-8a88-15107598e711> Acesso em: 20 de janeiro de 2024.

SANTOS, V. H. M. dos. **Potencial alelopático de extratos e frações de *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) sobre sementes de plântulas de *Lactuca sativa***. 2012. 51p. Dissertação [Mestrado em Ciências Biológicas (Botânica)] - UNESP: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, 2012. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www2.ibb.unesp.br/posgrad/teses/botanica_me_2012_valter_santos.pdf Acesso em: 12 de janeiro de 2024.

SATO, K.; KADOTA, Y.; SHIRASU, K. Plant immune responses to parasitic nematodes. **Frontiers in Plant Science**, v.10, p.1-14, 25 Sep. 2019. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01165> Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2019.01165/full> Acesso em: 04 de janeiro de 2024.

SILVA, J. V. C. de L. da. **Efeito do uso do solo, propriedades do solo e variáveis climáticas sobre a estrutura da comunidade e funções ecossistêmicas dos nematoides na caatinga**. 2020. 105p. Tese (Doutorado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 28 Feb. 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/39601> Acesso em: 15 de dezembro de 2023.

SILVA, R. V. da *et al.* Atividade nematicida do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus*) sobre eclosão de *Meloidogyne javanica*. **Conjecturas**, v.22, n.13, p.534-546, Especial Mais Ciência, 28 set. 2022. <https://doi.org/10.53660/CONJ-1704-2H51> Disponível em: <https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1704> Acesso em: 05 de janeiro de 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720p.

TETALI, S. D. Terpenes and isoprenoids: a wealth of compounds for global use. **Plant**, v.249, n.1, p.1-8, Jan. 2019. DOI: [10.1007/s00425-018-3056-x](https://doi.org/10.1007/s00425-018-3056-x) Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30467631/> Acesso em: 15 de janeiro de 2024.

VIEIRA, P.; GLEASON, C. Plant-parasitic nematode effectors - insights into their diversity and new tools for their identification. **Curr. Opin. Plant Biol.** n.50, p.37-43, Aug. 2019. DOI: [10.1016/j.pbi.2019.02.007](https://doi.org/10.1016/j.pbi.2019.02.007) Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30921686/> Acesso em: 17 de janeiro de 2024.

5 CAPÍTULO II

Extrato aquoso das folhas de *Neea theifera* no controle de *Meloidogyne incognita* em jiloeiro

Resumo: A procura por novas alternativas de controle de fitonematoides tem sido constante pelos nematologistas neste novo milênio. Neste contexto, os compostos naturais de plantas, especialmente os extratos de plantas do cerrado, têm potencial de serem grandes aliados no controle de fitonematoides. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência do extrato aquoso das folhas de *Neea theifera* para controlar *Meloidogyne incognita* em jiloeiro. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação utilizando mudas de jiloeiro cv. Morro Grande verde escuro transplantadas para vasos de 1 L contendo uma mistura de 2:1 de solo de barranco e areia, devidamente autoclavada a 120 °C por 30 min. Foram inoculados 5.000 ovos de *M. incognita* em 4 furos feitos próximo ao coleto da planta. O ensaio foi instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Os tratamentos foram constituídos pelas seguintes concentrações do extrato aquoso das folhas da *N. theifera*: 0, 5, 10, 20 e 40 mL L⁻¹, aplicados em três períodos, aos 0, 15 e 30 dias após a inoculação do nematoide, além do controle absoluto com apenas água. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-knott a 5% e analisados no programa estatístico SISVAR. Aos 60 dias após a inoculação do nematoide, foram avaliadas as variáveis matéria fresca de raiz e da parte aérea, altura de plantas, matéria seca de parte aérea, análise de clorofila, número de ovos e de galhas por sistema radicular e fator de reprodução. A concentração de maior destaque com atividade nematicida do extrato de *N. theifera* foi a de 5 mL L⁻¹, reduzindo em 54,85%, e para as variáveis de desenvolvimento vegetativo, matéria seca de parte aérea, matéria

fresca de parte aérea e altura de planta foram as concentrações de 20 e 40 mL L⁻¹, incrementando em 47,02% e 19,04%, respectivamente. Portanto, conclui-se que o extrato de *N. theifera* tem grande potencial para atuar como nematicida sobre *M. incognita*, além de promover incremento no desenvolvimento vegetativo no jiloeiro.

Palavras-chave: Capa rosa. Controle alternativo. Hortaliças. Nematóide de galhas. Plantas do Cerrado.

Aqueous extract of *Neea theifera* leaves to control *Meloidogyne incognita* in scarlet eggplant

Abstract: The search for new alternatives to control phytonematodes has been constant by nematologists in this new millennium. Under this context, natural plant compounds, especially plant extracts from Cerrado (Brazilian Savanna), have the potential to be great allies for controlling phytonematodes. Thus, this paper aimed to analyze the efficiency of the *Neea theifera* aqueous extract leaves to control *Meloidogyne incognita* in scarlet eggplant. The test took place in a greenhouse with scarlet eggplant cv. An amount of 5,000 *M. incognita* eggs was inoculated in four holes made close to the plant's collection. Dark green Morro Grande transplanted into 1 L pots containing a 2:1 ravine soil and sand mixture duly autoclaved at 120 °C for 30 min. An amount of 5,000 *M. incognita* eggs were inoculated in four holes made close to the plant's collection. The test was carried out in a completely randomized experimental design with six treatments and six replicates, totaling thirty-six experimental units. The treatments consisted of concentrations of the *N. theifera* aqueous extract leaves of 0; 5; 10; 20; and 40 mL L⁻¹ applied in three periods, on the 0, fifteenth, and thirtieth days after nematode inoculation, in addition to absolute control with just water. The data were subjected to analysis of variance and the 5% Scott-knott test, and were analyzed by the SISVAR statistical program. On the sixtieth day after nematode inoculation, the following variables were evaluated: (a) fresh root and aerial part matter; (b) plant height; (c) aerial part dry matter; (d) chlorophyll analysis; (e) number of eggs and galls per root system; and (f) reproduction factor. The most prominent concentration with nematicidal activity of the *N. theifera* extract was 5 mL L⁻¹, reducing by 54.85%; the concentrations of 20 and 40 mL L⁻¹ were for the variables of vegetative

development, aerial part dry matter, aerial part fresh matter, and height of plant, increasing by 47.02% and 19.04%, respectively. Therefore, it is concluded that the *N. theifera* extract has great potential to act as a nematicide on *M. incognita*, in addition to promoting an increase in vegetative development in the scarlet eggplant.

Keywords: Alternative control. Capa-rosa. Plant of Cerrado (Brazilian Savanna). Root-knot nematode. Vegetables.

5.1 Introdução

A Organização Mundial de Saúde (OMS) alerta em relação ao crescimento da população e para o consumo diário de frutas e hortaliças na busca de prevenir doenças e manter uma dieta saudável (MARTINELLI; CAVALLI, 2019). Nas últimas décadas ocorreu um aumento expressivo na demanda por produção e comercialização de hortaliças. Para obter sucesso na cadeia produtiva destes vegetais, é essencial manter uma integração entre ambiente, práticas culturais e manejo de pragas e doenças das plantas cultivadas (FATIMA *et al.*, 2019).

Na família Solanaceae, estão as principais hortaliças de importância econômica no Brasil. O jiloeiro (*Solanum gilo* R.) é uma planta pertencente a essa família, tem origem na África e foi introduzido no país pelos escravos, no início do século XVII. Essa cultura é muito utilizada na alimentação brasileira e também pode ser utilizada na medicina doméstica para combater gripes, resfriados, febre e redução do colesterol (SILVA, R. *et al.*, 2022).

Os horticultores no processo de cultivo do jiloeiro devem atentar para alguns problemas fitossanitários. Um dos grandes desafios encontrados são os parasitismos causados por fitonematoides, especialmente do gênero *Meloidogyne*, conhecido como nematoide das galhas radiculares. Esse gênero é responsável pela indução de galhas nas raízes, provocando redução na absorção de água e nutrientes, causando prejuízos e, em alguns casos, uma alta população do nematoide no solo pode inviabilizar o cultivo de jiloeiro. As espécies mais prejudiciais para a cultura do jiloeiro no Brasil são *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii* (ASSUNÇÃO *et al.*, 2021; MATTOS *et al.*, 2017).

Um dos principais meios de controle de nematoides de galhas *Meloidogyne* spp. é feito pelo uso de nematicidas químicos. O uso desses nematicidas vem sofrendo restrições, por causar riscos de contaminação ao homem e ao meio ambiente. Além disso,

a cultura do jiloeiro não tem nematicidas químicos registrados no MAPA. Assim, pesquisadores, em especial os nematologistas, têm estudado novas medidas de controle alternativas para reduzir a população desses fitonematoides no solo (NEVES; LOPES; FERREIRA, P., 2021).

Neste contexto, os compostos naturais de plantas nativas do Brasil se apresentam com potencial de serem utilizados para reduzir a população de *Meloidogyne* no solo, abaixo do nível de dano econômico. Diversos estudos conduzidos nas últimas décadas demonstraram que o uso de extrato de plantas do cerrado pode ser um grande aliado no controle de fitonematoides por conterem várias substâncias com atividade nematicida (GUIMARÃES *et al.*, 2021; MARCHI *et al.*, 2017). A planta nativa do Cerrado *Neea theifera*, popularmente conhecida como capa-rosa-do-campo ou simplesmente capa-rosa, pertence à família Nyctaginaceae, e é uma planta amplamente disseminada nos cerrados brasileiros. Estudos farmacológicos sobre essa planta identificaram compostos químicos que apresentam atividades medicinais e antimicrobianas (CORREA, 1984; SANTOS, V., 2012), indicando um potencial para atividade nematicida desta espécie vegetal. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito nematicida do extrato aquoso de *N. theifera* em jiloeiro inoculado com *M. incognita* em casa de vegetação.

5.2 Material e métodos

5.2.1 Local dos experimentos

Os trabalhos foram conduzidos no IF Goiano - Campus Morrinhos no laboratório de Nematologia Agrícola e na casa de vegetação com temperatura 25 +/- 2 °C e umidade entre 60% e 80% da capacidade de campo.

5.2.2 Obtenção e preparo do inóculo de *M. incognita*

O inóculo do nematoide utilizado nos ensaios foi obtido a partir de uma massa de ovos de população pura de *M. incognita*, disponibilizada pelo Laboratório de Nematologia Agrícola. A população do nematoide foi multiplicada em plantas de jiloeiro, mantidas em casa de vegetação por pelo menos 60 dias. Para a extração dos ovos dos nematoides, foi seguido o método descrito por Boneti e Ferraz (1981). A contagem dos

ovos para a calibração da suspensão (5.000 ovos/vaso) foi feita em câmara de contagem de Peters sob microscópio fotônico na ampliação de 100 X.

5.2.3 Obtenção das mudas de jiloeiro

As mudas de jiloeiros cv. Morro Grande verde-escuro (*Solanum gilo*) foram compradas no Viveiro Beira Mato da cidade de Morrinhos, GO. As plantas, quando estavam no estágio de duas a três pares de folhas, foram transplantadas para vasos de polipropileno com capacidade para 1,0 L. O substrato utilizado foi composto por uma mistura de solo e areia na proporção de 2:1 (v/v), previamente autoclavada a 120 °C por 30 minutos.

5.2.4 Preparo dos extratos aquosos de capa-rosa

A obtenção do extrato de *N. theifera* teve por base o método de Ferris e Zeng (1999), uma grama do material seco de folhas de capa-roa foi adicionado a 10 mL de água destilada. Esta mistura foi mantida em repouso por 24 h na ausência de luz. Os extratos foram recolhidos em tubos de vidro escuro de 1 L e depois mantidos em congelador de geladeira a -5 °C até o momento de utilização (Fig. 4.1).



Figura 5.1 - Sequência de preparação do extrato aquoso. A. Coleta de material de *Neea theifera* no cerrado do Morro da Catraca em Morrinhos – GO. B. Material vegetal de capa-rosa-do-campo coletado. C. Preparo para secagem do material vegetal. D. Trituração do material vegetal seco. E. Pesar o material triturado. F. Mistura do material com água. G. Filtro de papel com o material. H. Filtragem do extrato. I. Extrato final em frasco de vidro escuro.

pesagem do material para preparação do extrato. F. Mistura do material vegetal com água destilada. G. Descanso do extrato por 24 horas. H. Extrato coado em filtro de papel. I. Extrato aquoso finalizado.

5.2.5 Atividade do extrato aquoso aplicado via solo sobre *M. incognita*

Para a implementação do experimento, foram utilizados vasos de polipropileno de 1,0 L de capacidade, contendo uma mistura de solo e areia na proporção de 2:1 (v/v), previamente autoclavada a 120 °C por 30 minutos. Em cada vaso, foi transplantada uma muda de jiloeiro quando apresentava 2 ou 3 folhas definitivas. Logo após, cada planta foi inoculada com uma suspensão aquosa, contendo 5.000 ovos de *M. incognita*.

Após a inoculação das plantas, foram aplicadas ao solo as concentrações de 0, 5, 10, 20, 40 mL L⁻¹ do extrato aquoso de capa-rosa. No tratamento controle, foi adicionada ao solo apenas água esterilizada. O controle absoluto é o tratamento sem a aplicação do extrato e sem a inoculação do nematoide. O extrato foi aplicado ao solo 3 vezes: na inoculação e aos 15 e 30 dias após a inoculação. Durante a condução dos ensaios, as plantas foram irrigadas manualmente de acordo com a necessidade da cultura para manutenção de 60% a 80% da capacidade de campo (Fig. 4.2).



Figura 5.2 - Instalação do experimento *in vivo* em casa de vegetação. A. B e C. Inoculação de 5.000 ovos de *Meloidogyne incognita* em plantas de jiloeiro. D e E. Medição do volume do extrato aquoso de *Neea theifera* a ser aplicado em cada tratamento. F e G. Aplicação do extrato aquoso nos respectivos tratamentos. H. Experimento *in vivo* instalado

Após 60 dias da inoculação dos jiloeiros, foram avaliados a altura da parte aérea, com o auxílio de uma régua graduada, a massa da matéria fresca da parte aérea e do sistema radicular fresco, ambas medidas em balança analítica, o número de galhas e de ovos por sistema radicular e o número de massas de ovos. Também se procedeu à avaliação do teor de clorofila no dia da inoculação e 15 e 45 dias após a inoculação com o aparelho Clorofilog, pinçando uma folha (Fig. 5.2B) por planta três vezes seguidas, obtendo o valor médio da clorofila. Para o fator reprodução (FR), que tem como fórmula ($FR = Pf/Pi$), Pf é a população final e Pi, a população inicial (OOSTENBRINK, 1966).

Para a avaliação do sistema radicular, foi quantificado o número de galhas por grama de raiz e avaliado o número de ovos por grama de raiz pela técnica de Boneti e Ferraz (1981). As raízes foram imersas cuidadosamente em uma vasilha com água para retirar o excesso de solo aderido, fragmentadas em pedaços de 1 a 2 cm e colocadas num copo do liquidificador, adicionando até cobri-las com uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, na sequência, foram trituradas na menor velocidade por 20 s. A suspensão contida no copo foi vertida em uma peneira de 200 mesh sobreposta a uma de 500 mesh. O resíduo da peneira de menor mesh foi descartado. Com o auxílio de uma pisseta com água, o resíduo da peneira de 500 mesh foi recolhido em um béquer. Logo após, foi feita a quantificação de ovos em câmara de Peters sob o microscópio fotônico na ampliação de 100X, com o auxílio de um contador manual (Fig. 5.3).

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, D. F., 2011) (Fig. 5.4).



Figura 5.3 - Extração de ovos de *Meloidogyne incognita* pelo método de Boneti e Ferraz (1981). A. Cortando as raízes. B. Batendo as raízes no liquidificador. C. Vertendo a solução para peneiras de 200 e 500 mesh. D. Amostras extraídas. E. Contagem dos ovos em microscópio. F. Visualização e quantificação dos ovos.



Figura 5.4 - Etapas da avaliação do experimento *in vivo*. A e B. Medição de clorofila com o aparelho Clorofilog. C. Separação de raiz e parte aérea. D. Contagem do número de galhas. E. Pesagem de parte aérea com balança. F. Medida de altura de planta

5.3 Resultado e discussão

Após a análise dos dados, verificou-se que a aplicação de extrato de *N. theifera* provocou diferença significativa ($p \leq 0,01$) para as variáveis matéria fresca e seca de parte aérea e altura de planta e para número de galhas e ovos. Foi observado que as diferentes concentrações utilizadas interferiram na planta e no nematoide. A variável clorofila no dia de inoculação apresentou diferença significativa a ($p \leq 0,05$) pelo teste de Scott-Knott. Enquanto as variáveis matéria fresca de raiz, clorofila aos 15 e 45 dias após a inoculação não apresentaram diferenças significativas (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Tabela de análise de variância do Número de Ovos (NO), número de galhas (NG), matéria fresca da raiz (MFR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), altura da planta (ALTP), clorofila a zero dia (CL0D), clorofila aos 15 dias (CL15D), clorofila aos 45 dias (CL45D) pelo teste de Scott-Knott em função de diferentes doses de extrato aquoso de *Neea theifera*. Morrinhos (GO), 2023

| Causas de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | | | | |
|------------------------------|----|------------------|-----------|---------------------|---------|--------|---------|---------------------|---------------------|---------|
| | | NO | NG | MFR | MFPA | MSPA | CL0D | CL15D | CL45D | ALTP |
| Tratamento | 5 | 117164409,33** | 2946,13** | 27,27 ^{NS} | 97,12** | 4,12** | 164,55* | 35,94 ^{NS} | 40,47 ^{NS} | 61,29** |
| Resíduo | 30 | 2113139,09 | 178,66 | 15,14 | 4,44 | 0,50 | 54,90 | 16,35 | 58,07 | 8,12 |
| Coefficiente de Variação (%) | | 10,68 | 10,90 | 11,06 | 11,06 | 15,78 | 13,36 | 7,45 | 24,83 | 8,73 |

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

Após a análise dos dados, verificou-se que a concentração de 5 mL L⁻¹ proporcionou um menor número de ovos ($P \leq 0,05$) por sistema radicular de jiloeiro, tendo um percentual de redução de ovos de 54,85%, menor número de galhas (92,16) e fator de reprodução (1,90), quando comparada com os demais tratamentos (Fig. 5.5). As concentrações de 20 e 40 mL L⁻¹ foram destaques, apresentando maiores massas ($P \leq 0,05$) para a MFPA, com valores médios de 22,86 e 24,56 g, respectivamente. Para as variáveis MSPA (5,69 g) e ALTP (37,50 cm), a melhor ($p \leq 0,05$) concentração do extrato foi a de 40 mL L⁻¹, que resultou no aumento em relação ao tratamento controle de 47,02% e 19,04%, respectivamente. Nenhuma das concentrações influenciou significativamente ($P > 0,05$) nas variáveis matéria fresca de raiz, clorofila aos 15 e 45 dias após a inoculação.

Ao medir a nível de clorofila no dia da inoculação, as plantas em que foi adicionado o extrato aquoso de capa-rosa nas concentrações de 10 e 40 mL L⁻¹ apresentaram maiores gramas de clorofila, atingindo valores de 61,59 g e 61,45 g (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 - Valores médios de número de ovos (NO), número de galhas (NG), matéria fresca da raiz (MFR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), altura da planta (ALTP), clorofila a zero dia (CL0D), clorofila aos 15 dias (CL15D), clorofila aos 45 dias (CL45D) em plantas de jiló inoculadas com *Meloidogyne incognita*

| Tratamentos | Variáveis Analisadas | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|-------|
| | MFR | MFPA | MSPA | ALTP | CL0D | CL15D | CL45D | NO | NG | FR |
| Controle absoluto | 35,44a | 13,87c | 3,31c | 27,66c | 55,92b | 54,13a | 32,71a | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Controle | 31,75a | 16,47b | 3,87c | 31,50b | 51,30b | 57,82a | 29,35a | 21103,33c | 153,83c | 4,22c |
| 5mL L ⁻¹ | 35,00a | 17,68b | 4,87b | 32,66b | 48,98b | 54,77a | 32,27a | 9530,66a | 92,16a | 1,90a |
| 10mL L ⁻¹ | 34,46a | 18,21b | 4,74b | 32,66b | 61,59a | 51,80a | 25,98a | 12896,00b | 118,16b | 2,57b |
| 20mL L ⁻¹ | 36,31a | 22,86a | 4,40b | 33,83b | 53,41b | 51,37a | 31,57a | 13059,33b | 120,16b | 2,61b |
| 40mL L ⁻¹ | 38,20a | 24,56a | 5,69a | 37,50a | 61,45a | 55,86a | 32,24a | 11487,33b | 128,66b | 2,29b |
| Coefficiente de variação (CV)% | 11,06 | 11,13 | 15,78 | 8,73 | 13,36 | 7,45 | 24,83 | 10,68 | 10,90 | - |

CV = Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si estatisticamente a nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott. Observação: O controle absoluto é o tratamento sem a aplicação do extrato e sem a inoculação do nematoide e o tratamento controle é aquele em que a planta recebeu somente a inoculação de *Meloidogyne incognita*.

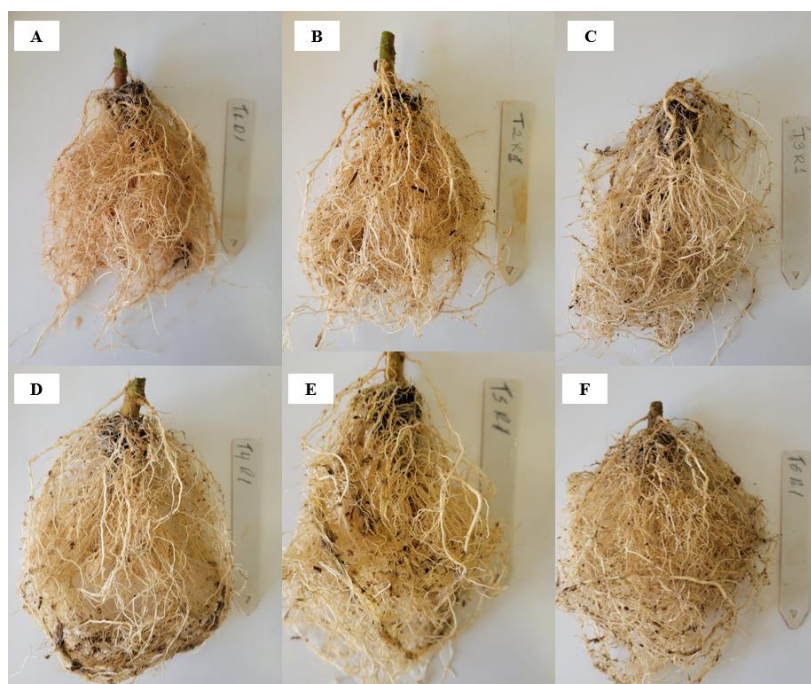


Figura 5.5 - Comparação das raízes de jiloeiro aos 60 dias após a inoculação com *Meloidogyne incognita* em função da concentração do extrato aquoso de *Neea theifera*. A: Tratamento controle, somente o jiloeiro e o nematoide. B: Tratamento controle absoluto, somente o jiloeiro. C: Tratamento 5mL L⁻¹. D: Tratamento 10 mL L⁻¹. E: Tratamento 20 mL L⁻¹. E: Tratamento 40 mL L⁻¹

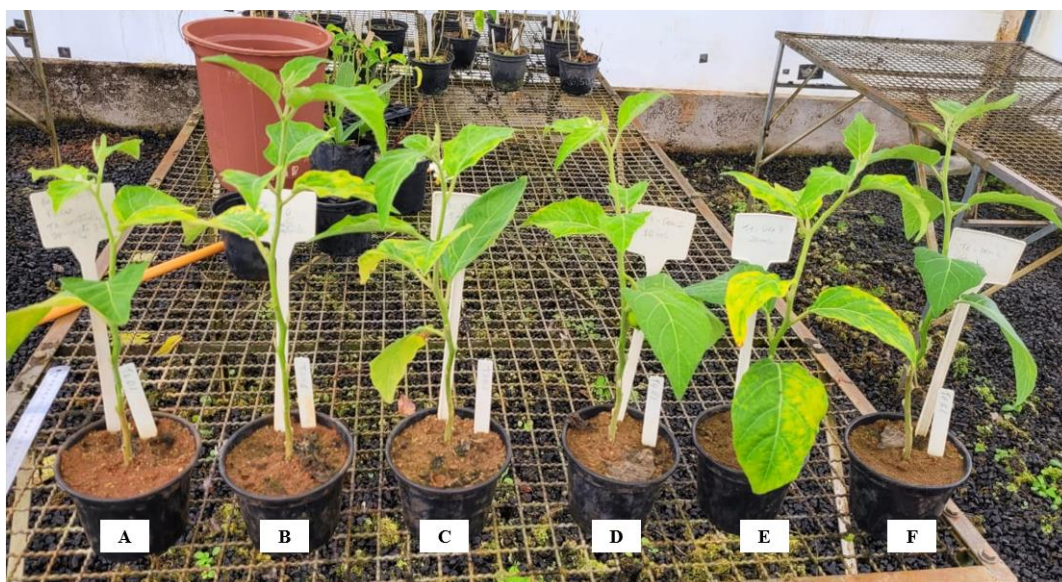


Figura 5.6 - Comparação da parte aérea de jiloeiro aos 60 dias após a inoculação com *Meloidogyne incognita* em função da concentração do extrato aquoso de *Neea theifera*. A: Tratamento controle. B: Tratamento controle absoluto. C: Tratamento 5mL L⁻¹. D: Tratamento 10 mL L⁻¹. E: Tratamento 20 mL L⁻¹. F: Tratamento 40 mL L⁻¹

Verificou-se que a menor concentração do extrato de *N. theifera*, a de 5 mL L⁻¹ causou diminuição significativa nas variáveis de reprodução do nematoide. De modo que a menor concentração do extrato avaliada já foi suficiente para causar a maior taxa de

reprodução, ou seja, o número de ovos do nematoide se reduziu em 54,85%. Por outro lado, as maiores concentrações não tiveram o mesmo comportamento frente a *M. incognita*. Este fenômeno pode ter ocorrido em razão de alguma característica intrínseca do nematoide, capaz de neutralizar o efeito nematicida do extrato. Fato este considerado positivo em relação ao controle do nematoide, pois o extrato aquoso de *N. theifera* foi eficaz no controle de *M. incognita* em jiloeiro, mesmo em concentrações mais baixas. A utilização de concentrações mais baixas minimiza os efeitos negativos, ou seja, a ação de toxicidade em relação à planta hospedeira e aos microrganismos benéficos habitantes do solo (SIQUEIRA, 2023).

Foram observados menor ($P \leq 0,05$) quantidade de galhas (92,16%), número de ovos (54,85%) e fator de reprodução (1,90) de *M. incognita* em jiloeiro na concentração do extrato aquoso de *N. theifera* de 5 mL L⁻¹, em comparação com os demais tratamentos. Tal fato evidencia a alta atividade que este extrato vegetal tem como nematicida, mesmo em baixas concentrações. É muito provável que este efeito nematicida esteja diretamente relacionado à liberação de substâncias tóxicas, principalmente os metabólitos secundários. Esses compostos podem causar desorientação, afetar a penetração, a alimentação, o desenvolvimento e a reprodução dos fitonematoides (SIQUEIRA, 2023).

O extrato aquoso de *N. theifera* demonstrou ter potencial para ser utilizado no controle alternativo de nematoides do gênero *Meloidogyne*. Isso pode ser explicado pelo fato de o extrato aquoso de capa-rosa apresentar em sua composição metabólitos secundários como esteroides, flavonoides, saponinas e terpenóides (RINALDO, 2007). Os metabólitos secundários das plantas na maioria das vezes estão relacionados a diversas funções, tais como proteção a agentes bióticos e abióticos, alelopatia e proteção ao ataque de herbívoros e patógenos (FERREIRA, L. *et al.*, 2016).

Os metabólitos secundários obtidos de extrato de plantas que mostraram efeito nematotóxico positivo pertencem principalmente ao grupo dos alcaloides, terpenos, taninos, flavonoides, aminoácidos, saponinas, cumarinas, entre outros. Estes grupos podem afetar direta ou indiretamente seu alvo, causando efeitos tóxicos, repelentes, inibição do desenvolvimento, crescimento e causar até a morte. Por meio de estudos químicos conduzidos em folhas de *N. theifera*, foi possível ver o isolamento e a identificação de nove flavonas, a saber: Vitexina, Isovitexina, Orientina, Isoorientina, Vicenina-2, Crisoeriol, Apigenina, Luteolina e Luteolina-7-O-[2''-O-(5'''-O-feruloil)-D-apiofuranosil]-E-D-glicopiranosídeo, esta última era considerada inédita, sendo relatada pela primeira vez (RINALDO, 2007).

Pela análise química de folhas de *N. theifera*, foi possível detectar, além de flavonoides, outros metabólitos secundários, a exemplo de esteroides, terpenoides e saponinas (Tabela 5.3), demonstrando que o efeito nematocida obtido nesse trabalho pode estar relacionado a esses compostos (RINALDO, 2007). Neste trabalho, em função do tempo e dos equipamentos disponíveis, não foram quantificadas as concentrações destes compostos, sendo apenas uma análise qualitativa, porém em outras espécies de Nyctaginaceae, metabólitos secundários com efeito nematocidas foram encontrados em alta quantidade (RINALDO, 2007).

Tabela 5.3 – Classe de metabólitos secundários oriundos na triagem química preliminar das folhas de *Neea theifera* analisada por cromatografia.

| Classe de compostos | Presença (+)/ Ausência (-) |
|---------------------|----------------------------|
| Alcaloides | - |
| Antraquinonas | - |
| Catequinas | - |
| Cumarinas | - |
| Esteróides | + |
| Flavonóides | + |
| Saponinas | + |
| Taninos | - |
| Terpenóides | + |

Fonte: Rinaldo (2007).

Na composição química das folhas de *N. theifera*, foram identificados esteroides e triterpeno, que apresentam diversas funções contra patógenos e herbívoros. Um exemplo de planta do cerrado que tem esses metabólitos em sua composição é o marmelinho do cerrado (*Cordia sessilis*). Em experimento conduzido utilizando extrato da folha e casca de marmelinho, na concentração de 50 mg L⁻¹, na cultura do tomateiro inoculado com *M. javanica*, houve redução do número de ovos e de galhas em 25% e 17%, respectivamente (SILVA, R. *et al.*, 2022). O pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) também é uma planta que tem triterpenos em sua composição e foi verificado que o resíduo da casca do pequi reduziu o número de ovos e o número de galhas de *M. javanica*, nas raízes de tomateiro em 95,8% e 47,8%, respectivamente (SILVA, F. *et al.*, 2016).

O extrato aquoso de *N. theifera* na concentração de 5mL L⁻¹ demonstrou ser eficaz no controle de *M. incognita*. Pesquisas com extratos vegetais de plantas do cerrado sobre *M. incognita* raça 3 mostraram que os extratos de tamboril e barbatimão na concentração de 5mL L⁻¹ foram capazes de reduzir a taxa de eclosão dos J2 do nematoide

em 97,07% e 97,15%, respectivamente (COUTINHO *et al.*, 2023). Os mesmos autores ressaltam que a redução da taxa de eclosão de J2 está ligada à presença de saponinas na casca do tamboril. Resultados estes semelhantes aos encontrados no presente trabalho, demonstrando que as substâncias contidas nas plantas do cerrado têm alto poder nematocida.

No presente trabalho, a aplicação em jiloeiro inoculado com *M. incognita* do extrato aquoso de *N. theifera* na concentração de 20 e 40 mL L⁻¹ contribuiu para maiores pesos de MFPA. Resultados semelhantes foram encontrados ao aplicar extrato de folhas de botão de ouro (*Unxia suffruticosa*), via foliar e no solo (20 mL), na cultura do tomateiro inoculado com *M. incognita*, incrementando a massa da matéria seca na parte aérea da planta (FERREIRA, I.; SILVA; NASCIMENTO, 2013).

Pela análise dos dados, foram verificados resultados positivos para as variáveis MFPA, MSPA e ALTP. Tal fato demonstra o efeito benéfico dos extratos no desenvolvimento do jiloeiro infectado por *M. incognita*. Além disso, vale ressaltar que a aplicação do extrato de *N. theifera* não causou fitotoxicidade nos jiloeiros, mesmo nas maiores concentrações do produto, pelo contrário, contribuiu para um melhor desenvolvimento vegetativo. A utilização do extrato foliar de *N. theifera* no controle de fitonematoides é uma alternativa efetiva, sustentável e menos poluente. Resultados semelhantes foram observados em trabalhos com extratos vegetais de mamona, erva-de-santa-maria, capim-limão e manipueira, sobre *M. javanica* em jiloeiro (GUIMARÃES *et al.*, 2021).

Nas maiores concentrações do extrato de 20 e 40 mL L⁻¹, foi observado incremento no desenvolvimento vegetativo do jiloeiro pela aplicação do extrato de caparosa, comprovado pela análise das variáveis de MFPA, 22,86 e 24,56g, e ALTP, 33,83, e 37,50 cm, respectivamente. Em outro estudo foram observados resultados semelhantes relativos à aplicação de extrato aquoso de parte aérea de canola (*Brassica napus*), via solo, em tomateiro inoculados com *M. javanica* e *M. arenaria*, promovendo aumento na altura e da massa fresca de parte aérea (BECKER, 2018). Também foi comprovado que ao aplicar os extratos de *Ruta graveolens*, *Conyza bonariensis* e de *Brassica napus*, via solo, em plantas de tomateiro inoculadas com *M. incognita*, ocorreu aumento significativo na altura e na massa fresca da parte aérea, confirmando os resultados encontrados nessa pesquisa (KUHN *et al.*, 2015). Um estudo mostra que a espécie *N. theifera* é portadora de altas concentrações de nitrogênio (N) foliar, logo, sabe-se que o N é um macronutriente muito importante para a síntese de proteínas e, conseqüentemente, para o

desenvolvimento, fotossíntese, área foliar e expansão e divisão celular da planta (DELITTI *et al.*, 2000). Portanto, plantas com maior teor de nutrientes provenientes dos extratos apresentam melhor desenvolvimento vegetativo, mesmo quando infectadas pelos nematoides de galhas.

Um possível motivo pelo qual não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para as variáveis matéria fresca de raiz, clorofila aos 15 e 45 dias após a inoculação de *M. incognita*, pode estar relacionado à adubação de plantio e a manutenção ter suprido a demanda de nutrientes exigidos pela planta de jiló durante o estágio vegetativo. Foi feita neste ensaio uma adubação forte elevando a saturação de base para $V=70\%$. Em trabalho utilizando a aplicação de resíduo de frutos de pequi em jiloeiro inoculado com *M. javanica*, não houve diferença estatística para as variáveis vegetativas (SILVA, D. *et al.*, 2019), confirmando os resultados encontrados nesse trabalho.

As plantas nativas do bioma do cerrado, a exemplo da *N. theifera*, têm alto potencial para atuar como nematicidas. Estudo conduzido com a aplicação de extrato de folhas e cascas de juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) em tomateiro inoculado com *M. incognita* mostrou redução significativa do número de galhas. A ação nematicida ocorrida em função da aplicação do extrato de juazeiro, segundo os autores, está relacionada aos metabólitos secundários, como saponinas, flavonoides, triterpenos e esteroides, que atuam na cutícula do patógeno, modificando sua permeabilidade e ou ativando mecanismos de defesa presentes nas plantas (COUTINHO *et al.*, 2023). Esses dados confirmam os encontrados no presente trabalho, pois o juazeiro e a capa-rosa têm em sua composição metabólitos secundários semelhantes, como as saponinas, esteroides e flavonoides, que podem atuar como nematicidas.

Pela análise dos resultados da presente pesquisa, o extrato de *N. theifera* tem potencial para controlar a população de *M. incognita* no solo e incrementar positivamente o desenvolvimento vegetativo da planta. Logo, recomenda-se ao produtor, que busca formas mais sustentáveis de controle, utilizar esses resultados como referência para o estabelecimento de novas alternativas de manejo de *M. incognita* na cultura do jiloeiro, fazendo aplicações quinzenais de 5 mL L^{-1} do extrato de *N. theifera*.

5.4 Conclusão

O extrato de *Neea theifera* teve efeito positivo no desenvolvimento vegetativo do jiloeiro para as variáveis matéria fresca de parte aérea e altura de planta de jiloeiro infectado com *M. incognita* nas concentrações de 20 e 40 mL L⁻¹.

A concentração de 5 mL L⁻¹ foi a mais eficaz no controle de *M. incognita* em jiloeiro, aplicada 3 vezes a cada 15 dias, atingindo um percentual de redução de ovos de 54,85%, apresentando alto potencial para ser utilizado nessa cultura.

5.5 Referências

ASSUNÇÃO, M. C. *et al.* Espécies de *Meloidogyne* em alface na região agreste do estado de Alagoas. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v.47, n.1, p.60-61, Jan.-Mar. 2021. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/193806> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/CQycSFjHyzkS83FjtJcstPp/abstract/?lang=pt> Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

BECKER, C. E. **Atividade nematicida de diferentes concentrações de extratos vegetais de canola sobre *Meloidogyne* spp.** 2018. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, p.54, 5 abr. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/22403> Acesso em: 13 de janeiro de 2024.

BONETI, J. I. S. *et al.* Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.3, p.553, 1981. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=9232a12b-2a57-4b2b-8724-dae6ad63e065> Acesso em: 20 de dezembro de 2023.

CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, v.6, n.77, 1984. Disponível em: <https://koha.inpa.gov.br/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=14209> Acesso em: 16 de janeiro de 2024.

COUTINHO K. V. S. *et al.* Efeito de extratos vegetais de plantas nativas do cerrado baiano no parasitismo do nematoide das galhas. In: PACHECO, C. S. G. R.; SANTOS, R. P. (org.) **Agroecologia: Produção e Sustentabilidade em Pesquisa**, v.3, p.292-302, 31 jan. 2023. Cap.20. Doi: [10.37885/978-65-5360-148-2](https://doi.org/10.37885/978-65-5360-148-2) Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/artigos/efeito-de-extratos-vegetais-de-plantas-nativas-do-cerrado-baiano-no-parasitismo-do-nematoide-das-galhas> Acesso em: 21 de janeiro de 2024.

DELITTI, W. B. C. *et al.* Esclerofilia e nitrogênio em plantas dos cerrados de Emas, Pirassununga, SP. 2000, **Anais**. Vitória: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2000. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001100758> Acesso em: 22 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**, v. 27, p.1-9, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Amaralina-Guerrero/publication/332773469_ADUBACAO_SILICATADA_COMO_ATENUANTE_DO_ESTRESSE_HIDRICO_NO_CRESCIMENTO_E_TROCAS_GASOSAS_DO_ALFACE/links/5cd2e42a92851c4eab8a84f3/ADUBACAO-SILICATADA-COMO-ATENUANTE-DO-ESTRESSE-HIDRICO-NO-CRESCIMENTO-E-TROCAS-GASOSAS-DO-ALFACE.pdf Acesso em: 15 de janeiro de 2024.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. (UFLA), v.35, n.6, p.1039-1042, Dec. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yjKLJXN9KysfmX6rvL93TSh/?lang=en> Acesso em: 16 de janeiro de 2024.

FERREIRA, I. C. M.; SILVA, G. S. da; NASCIMENTO, F. S. Efeito de extratos aquosos de espécies de Asteraceae sobre *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathologica**, v.39, n.1, p.40-44, Mar. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052013000100007> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/3jQbR8ChnxMFvqVhSsFxJFg/abstract/?lang=pt#> Acesso em: 05 de janeiro de 2024.

FERREIRA, L. *et al.* Microbial growth inhibition caused by Zn/Ag-Y zeolite materials with different amounts of silver. **Colloids Surf B Biointerfaces**, v. 142, n.141-147, 2016. Disponível em: <https://www.yeastgenome.org/reference/S000183125> Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

GUIMARÃES, N. N. *et al.* Potencial de extratos de plantas e manipueira no controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro. **Holos**, v.8, p.1-15, 2021. <https://doi.org/10.15628/holos.2021.10311> Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10311> Acesso em: 12 de janeiro de 2024.

KUHN, P. R. *et al.* Extratos aquosos de plantas daninhas, aromáticas e oleaginosas no controle de *Meloidogyne incognita*. **Nematropica**, v.45, n.2, p.150-157, 1 dez. 2015. Disponível em: <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/86876> Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

MARCHI, E. C. S. *et al.* Alelopatia em espécies nativas do Cerrado. **Savannah Journal of Research and Development**, v.1, n.1, p.48-52, 2017. <https://doi.org/10.26512/savannahjournal.v1i1.7369> Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/savannahjournal/article/view/7369> Acesso em: 12 de janeiro de 2024.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.24, n.11, p.4251-4262, Nov. 2019. <https://doi.org/10.1590/1413-812320182411.30572017> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/z76hs5QXmyTVZDdBDJXHTwz/abstract/?lang=pt#> Acesso em: 04 de janeiro de 2024.

MATTOS, V. da S. *et al.* Caracterização de um complexo de espécies do nematoide das galhas parasitando arroz irrigado na Região Sul do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. **Embrapa, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v.331, p.1-30, dez. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1088340/caracterizacao-de-um-complexo-de-especies-do-nematoide-da> Acesso em: 07 de janeiro de 2024.

NEVES, W. dos S.; LOPES, E. A.; FERREIRA, P. A. Uso de produtos e extratos vegetais no controle de nematoides. *In*: VENZON, M. *et al.* (ed.). **Controle alternativo de pragas e doenças: opção ou necessidade?** Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. p.118-124. 152p.:il. color. Versão eletrônica (pdf:10,5 Mbps) ISBN 978-65-86500-08-0. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Michela-Batista/publication/355916721_Green_lacewings_and_their_role_in_pest_management/links/6184352deef53e51e12e9baf/Green-lacewings-and-their-role-in-pest-manageme Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Laboratory of Nematology**, NameMededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen University, n.66, p.41966. 46p. Disponível em: <https://research.wur.nl/en/publications/major-characteristics-of-the-relation-between-nematodes-and-plant> Acesso em: 25 de janeiro de 2024.

SANTOS, V. H. M. dos. **Potencial alelopático de extratos e frações de *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) sobre sementes de plântulas de *Lactuca sativa*.** 2012. 51p. Dissertação [Mestrado em Ciências Biológicas (Botânica)] - UNESP: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, 2012. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www2.ibb.unesp.br/posgrad/teses/botanica_me_2012_valter_santos.pdf Acesso em: 17 de janeiro de 2024.

SILVA, D. A. S. (org.). Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva 6. Ponta Grossa, PR: E-Book, **Atena Editora**, v.6, n.1, p.1-324, 2019. 18p. [doi: 10.22533/at.ed.250190312](https://doi.org/10.22533/at.ed.250190312) Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/agronomia-elo-da-cadeia-produtiva-6> Acesso em: 05 de janeiro de 2024.

SILVA, F. J. *et al.* Rizobactérias associadas a materiais orgânicos no controle de nematoides das galhas em tomateiro. **Horticultura brasileira**, v.34, n.1, p.59-65, Mar. 2016. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620160000100009> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/k9h46yJfGJvfm6XGpbQ6M7n/abstract/?lang=pt> Acesso em: 08 de janeiro de 2024.

SILVA, R. V. da *et al.* Atividade nematicida do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus*) sobre eclosão de *Meloidogyne javanica*. **Conjecturas**, v.22, n.13, p.534-546, Especial Mais Ciência, 28 set. 2022. <https://doi.org/10.53660/CONJ-1704-2H51> Disponível em: <https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1704> Acesso em: 13 de janeiro de 2024.

SIQUEIRA, D. F. **Potencial de extrato de cabacinha no controle de *Meloidogyne enterolobii* em pimentão.** 2023. 53p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, 18 set. 2023. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/32395> Acesso em: 15 de janeiro de 2024.

6 CONCLUSÃO GERAL

A concentração do extrato aquoso de *Neea theifera* de 80 $\mu\text{L L}^{-1}$ foi a melhor para o controle de *M. incognita*, tendo reduzido em 93,46% a eclosão dos J2.

No ensaio em casa de vegetação, as concentrações de 20 e 40 mL L^{-1} ocasionaram incremento de 47,02% e 19,04% no desenvolvimento vegetativo do jiloeiro para as variáveis ALTP e MSPA, respectivamente.

Na cultura do jiloeiro, observou-se que a dose de 5 mL L^{-1} foi capaz de suprimir o *M. incognita* no solo, reduzindo o número de ovos em 54,85%.