



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTOS DE FITOPATOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOPATOLOGIA**

**REAÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS DE USO  
MEDICINAL AOS NEMATOIDES *Meloidogyne enterolobii* E  
*Meloidogyne paranaensis***

**RAMON LIRA DOS ANJOS**

**Brasília – DF**

**2019**

**RAMON LIRA DOS ANJOS**

**REAÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS DE USO MEDICINAL AOS  
NEMATOIDES *Meloidogyne enterolobii* E *Meloidogyne paranaensis*.**

Dissertação apresentada à  
Universidade de Brasília como  
requisito parcial para a obtenção  
do título de Mestre em  
Fitopatologia pelo Programa de  
Pós-Graduação em Fitopatologia

**Orientador**

Prof. Cleber Furlanetto, PhD.

**BRASÍLIA**

**DISTRITO FEDERAL – BRASIL**

**2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Anjos, Ramon Lira dos.

Reação de Espécies Vegetais de Uso Medicinal aos Nematoides *Meloidogyne enterolobii* e *Meloidogyne paranaensis*. / Ramon Lira dos Anjos.

Brasília, 2019.

46 p.

Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília.

1. Fitopatologia – Nematologia

I. Universidade de Brasília. PPG/FIT.

II. Reação de Espécies Vegetais de Uso Medicinal aos Nematoides *Meloidogyne enterolobii* E *Meloidogyne paranaensis* / Ramon Lira dos Anjos.

*A Claudionor José dos Anjos (in  
memorian). Um dos homens mais  
fortes que conheci e que me  
ensinou que devemos enfrentar  
as dificuldades com um sorriso  
no rosto e a vontade de vencer no  
coração.*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e saúde. Também à minha família, que sempre apoiou meus estudos e decisões.

Agradeço aos colegas que compartilharam momentos de muito aprendizado.

Agradeço aos professores, em especial Jansen, Jean e Juvenil, que me ensinaram muito sobre os nematoides e pesquisa científica.

Agradeço ao professor Cleber Furlanetto que me orienta desde a graduação, e aqui concluímos mais um excelente trabalho juntos.

Agradeço também aos amigos da Estação Experimental de Biologia, e as alunas da matéria de Pesquisa em Nematologia, em especial Rejane e Nathália e ao colega Caio. Sem a ajuda destas pessoas seria praticamente impossível concluir este trabalho.

O meu muito obrigado a todos!

Trabalho realizado junto ao Departamento de Fitopatologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob orientação do **Professor Cleber Furlanetto**, com apoio do Programa de Capacitação de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

**REAÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS DE USO MEDICINAL AOS NEMATÓIDES *Meloidogyne enterolobii* E *Meloidogyne paranaensis*.**

**RAMON LIRA DOS ANJOS**

DISSERTAÇÃO APROVADA em \_\_/\_\_/\_\_\_\_ por:

Cleber Furlanetto, Doutor  
Orientador (Presidente)

Juvenil Enrique Cares, Doutor  
Examinador (membro interno)

Jean Kleber de Abreu Mattos, Doutor  
Examinador (membro externo)

BRASÍLIA – DISTRITO FEDERAL

BRASIL

**2019**

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	iii
LISTA DE FIGURAS .....	iv
RESUMO GERAL.....	v
ABSTRACT .....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. O gênero <i>Meloidogyne</i> .....	4
2.1.1. Ciclo de vida de <i>Meloidogyne</i> .....	5
2.1.2. <i>Meloidogyne enterolobii</i> .....	7
2.1.3. <i>Meloidogyne paranaensis</i> .....	8
2.2. Plantas Medicinais .....	9
2.2.1. Importância do uso das plantas medicinais e da fitoterapia .....	9
2.2.2. Compostos de interesse terapêutico produzido pelas plantas.....	11
2.2.3. Reação de espécies medicinais ao nematoide das galhas.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1. Local de execução dos ensaios .....	17
3.2. Delineamento experimental .....	17
3.3. Origem e multiplicação de <i>M. enterolobii</i> e <i>M. paranaensis</i> .....	17
3.4. Espécies medicinais utilizadas .....	18
3.5. Extração de ovos e J2 para inoculação em plantas medicinais .....	18
3.6. Transplante de mudas e inoculação de ovos e J2.....	18
3.7. Avaliação dos experimentos .....	21
3.8. Análise Estatística.....	21
4. RESULTADOS .....	22
4.1. Reação de plantas medicinais a <i>Meloidogyne enterolobii</i> .....	22

4.2.	Reação de plantas medicinais a <i>Meloidogyne paranaensis</i> .....	24
5.	DISCUSSÃO .....	26
5.1.	Reação de plantas medicinais a <i>Meloidogyne</i> spp. ....	26
6.	CONCLUSÕES .....	30
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Reação de espécies medicinais a <i>Meloidogyne</i> spp.....	15
<b>Tabela 2.</b> Características das espécies vegetais de uso medicinal desafiadas com <i>Meloidogyne enterolobii</i> e <i>M. paranaensis</i> .....	20
<b>Tabela 3.</b> Reação de vinte e uma espécies de plantas medicinais a <i>M. enterolobii</i> . ....	22
<b>Tabela 4.</b> Reação de vinte e uma espécies de plantas medicinais a <i>M. paranaensis</i> . ....	25

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Sistema radicular de plantas medicinais inoculadas com <i>M. enterolobii</i> (A-D) e <i>M. paranaensis</i> (E-H) com formação de galhas (setas brancas), de massas de ovos (setas amarelas) e ausência de sintomas (D e H).....	23
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## RESUMO GERAL

Entre os fitonematoides, o nematoide das galhas radiculares é o maior causador de perdas econômicas à agricultura mundial, devido à ampla distribuição geográfica das espécies e largo círculo de plantas hospedeiras. Das espécies fitoparasitas, *M. enterolobii* e *M. paranaensis* são consideradas emergentes, devido aos crescentes danos à economia mundial. Em áreas de produção comercial, *M. enterolobii* é um dos principais patógenos da goiabeira e *M. paranaensis* do cafeeiro. Plantas medicinais são utilizadas desde as civilizações mais antigas como importantes fontes de compostos bioativos no tratamento de doenças do homem, dentre outros fins. O parasitismo de *Meloidogyne* pode afetar o desenvolvimento das plantas medicinais cultivadas pelo homem, bem como interferir na produção dos compostos de interesse farmacológico. A hospedabilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne* tem sido estudada principalmente para patossistemas envolvendo *M. incognita* e *M. javanica*. Devido à carência de estudos voltados a outros patossistemas, objetivou-se estudar a reação de espécies medicinais aos nematoides *Meloidogyne enterolobii* e *M. paranaensis*. Foi realizado ensaio em delineamento fatorial com 22 tratamentos desafiados com duas espécies de *Meloidogyne* em 4 repetições. Foram testadas 21 espécies medicinais além de tomateiro cv. Santa Clara, como padrão de suscetibilidade. Inoculou-se 5.000 ovos e J2 de cada espécie de *Meloidogyne* separadamente por planta/vaso. As plantas inoculadas foram mantidas em casa de vegetação por 60 dias e avaliadas com relação às variáveis índice de galhas (IG), índice de massa de ovos (IMO), total de ovos/planta, ovos/grama de raiz e fator de reprodução (FR). Apresentaram suscetibilidade a *M. enterolobii* as espécies medicinais *Aeolanthus suaveolens*, *Ocimum gratissimum* var. *macrophyllum*, *Mentha x villosa*, *M. arvensis*, *Ocimum. x canum*, *O. basilicum* cf. 'columnar greek', *O. Gratissimum* var. *gratissimum*, *Allium tuberosum*, *A. chinense*, *Chamomilla. recutita* e *Cissus sicyoides*. As resistentes foram *O. selloi*, *A.*

*schoenoprasum*, *A. cepa aggregatum*, *Cymbopogon citratus*, *Lippia alba* e *Pfaffia glomerata*. Para *M. paranaensis*, as suscetíveis foram *A. suaveolens*, *M. arvensis*, *Ocimum* x *canum*, *O. basilicum* cf. 'columnar greek', *O. selloi*, *A. schoenoprasum*, *A. tuberosum*, *A. chinense*, *Chamomilla recutita*, *Cymbopogon citratus*, *Chrysopogon. zizanioides*, *Cissus. sicyoides*, *Vitex agnus castus* e *P. glomerata*. As resistentes foram *O. gratissimum* var. *macrophyllum*, *Mentha* x *villosa*, *O. gratissimum* var. *gratissimum* e *A. cepa aggregatum*. Foram classificadas como imunes a *M. paranaensis* *Artemisia verlotorum*, *Baccharis. trimera* e *Lippia alba* e a *M. enterolobii* *A. verlotorum*, *B. trimera*, *C. zizanioides* e *V. agnus castus*. As espécies suscetíveis a ambos nematoides são hospedeiras potenciais permitindo a sua reprodução e sobrevivência em áreas agrícolas. Espécies resistentes e imunes apresentam potencial para serem cultivadas ou utilizadas em rotação com culturas econômicas. No entanto, a variabilidade genética de algumas espécies vegetais pode comprometer sistemas de rotação de culturas com plantas medicinais.

**Palavras-chave:** hospedabilidade, nematoide das galhas, plantas medicinais, reação a nematoides.

## ABSTRACT

Among plant-parasitic-nematodes, the root-knot nematode is the major cause of economic losses to world agriculture due to the wide geographical distribution and its large host range. Among the *Meloidogyne* species, *M. enterolobii* and *M. paranaensis* are considered emerging species due to the growing damage to world economy. In areas of agricultural production, *M. enterolobii* and *M. paranaensis* are the main pathogens of guava and coffee, respectively. From the earliest civilizations, medicinal plants are used as important sources of bioactive compounds in the treatment of human diseases, among other purposes. *Meloidogyne* parasitism may affect the development of cultivated medicinal plants, as well as interfere with the production of plant compounds of pharmacological interest. The host status of medicinal plants to *Meloidogyne* has been studied mainly for pathosystems involving *M. incognita* and *M. javanica*. Due to the lack of studies related to other pathosystems, we aimed to studying the reaction of medicinal plant species to the nematodes *M. enterolobii* and *M. paranaensis*. A factorial design was performed with 22 treatments, two *Meloidogyne* species in 4 replicates. Tomato cv. Santa Clara was used as a pattern of susceptibility. Single plants in posts were inoculated with 5,000 eggs and J2 of each *Meloidogyne* species separately. The plants were maintained in a greenhouse for 60 days after inoculation and evaluated for the variables gall index (GI), eggs mass index (EMI), total eggs/plant, eggs/gram of root and the reproduction factor (RF). The plant species *Aeolanthus suaveolens*, *Ocimum gratissimum* var. *macrophyllum*, *Mentha x villosa*, *M. arvensis*, *Ocimum. x canum*, *O. basilicum* cf. 'columnar greek', *O. gratissimum* var. *gratissimum*, *Allium tuberosum*, *A. chinense*, *Chamomilla recutita* and *Cissus sicyoides* were susceptible to *M. enterolobii*. The resistant species to *M. enterolobii* were *O. selloi*, *A. schoenoprasum*, *A. cepa aggregatum*, *Cymbopogon citratus*, *Lippia alba* and *Pfaffia glomerata*. For *M. paranaensis*, the susceptible plants were *A. suaveolens*, *M. arvensis*, *Ocimum. x canum*, *O. basilicum* cf. 'columnar greek', *O. selloi*,

*Allium schoenoprasum*, *A. tuberosum*, *A. chinense*, *Chamomilla recutita*, *Cymbopogon citratus*, *Chrysopogon zizanioides*, *Cissus sicyoides*, *Vitex. agnus castus* and *P. glomerata*, while the resistant plants were *O. gratissimum* var. *macrophyllum*, *Mentha. x villosa*, *O. gratissimum* var. *gratissimum* and *A. cepa aggregatum*. The following plants were classified as immune to *M. paranaensis*, *A. verlotorum*, *B. trimera* and *L. alba* and, to *M. enterolobii*, *A. verlotorum*, *B. trimera*, *C. zizanioides* e *V. agnus castus*. Medicinal plant species, susceptible to both nematodes, are potential hosts which can allow their reproduction and survival in agricultural areas. Resistant and immune plant species have the potential to be grown in infested areas, or recommended in rotation with economical crops. However, the intraspecific variability of some medicinal species may compromise rotation systems with economical crops.

**Key Words:** hostability, root knot nematode, medicinal plants, nematode's reaction.

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de produtos naturais, particularmente das plantas medicinais, nasceu com o surgimento da humanidade. Existem indícios do uso de plantas medicinais e tóxicas pelas civilizações mais antigas, sendo considerada uma das práticas mais remotas utilizadas pelo homem para cura, prevenção e tratamento de doenças e uma importante fonte de compostos bioativos (Andrade *et al.*, 2007).

Até os dias atuais, grande parte da população mundial faz uso de plantas medicinais para tratamento de doenças, visto que em algumas comunidades elas são mais acessíveis do que os medicamentos alopáticos (Carneiro *et al.*, 2014). No Brasil, principalmente nas regiões mais pobres do país, as plantas medicinais são o único recurso terapêutico de muitas comunidades e grupos étnicos, além de serem comercializadas em feiras livres, mercados populares e encontradas em quintais residenciais e até mesmo nos grandes centros (Maciel *et al.*, 2002).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), planta medicinal é caracterizada como aquela que contém em alguma de suas estruturas: folhas, caules, raízes, entre outros, uma ou mais substâncias com ação terapêutica (Carneiro *et al.*, 2014). Já os fitoterápicos, são os produtos da industrialização das plantas medicinais, o que torna o uso mais seguro, evitando contaminação com microrganismos e substâncias indesejadas (Anvisa, 2019). Segundo dados da OMS, 80% da população mundial faz uso de algum medicamento oriundo de plantas medicinais (Ethur *et al.*, 2011) e 65-80% dos países em desenvolvimento dependem exclusivamente das plantas medicinais para cuidados básicos de saúde (Veiga Junior *et al.*, 2005). O mercado mundial de fitoterápicos movimenta cerca de US\$ 44 bilhões, segundo a consultoria *Analyze and Realize*, que atende algumas das maiores indústrias farmacêuticas do mundo (Brasil, 2012). Esse valor representa uma porção significativa do mercado mundial de medicamentos, com crescimento nas vendas de 15% ao ano contra 4%

do setor de fármacos sintéticos. No Brasil, o mercado de fitoterápicos gera uma receita de aproximadamente US\$ 160 milhões anuais, sendo formado por cerca de duzentos laboratórios fabricantes no país, que movimentam em torno de US\$ 400 milhões, representando apenas 6,7% das vendas de medicamentos no país. Apesar da alta rentabilidade, o mercado brasileiro é considerado promissor e em franca expansão (Rodrigues, 2016).

O processo produtivo de plantas medicinais e aromáticas envolve a identificação botânica, escolha do material vegetal, época e local de plantio, tratos culturais, determinação da época de colheita e cuidados na colheita, de modo a garantir o máximo da qualidade para o produto (Marchese & Figueira, 2005). Dentre os tratos culturais, o controle de pragas e doenças é de fundamental importância, pois a incidência de pragas e patógenos pode reduzir a massa vegetal, bem como a quantidade e a qualidade dos compostos bioativos produzidos pelas plantas medicinais, interferindo em suas propriedades farmacológicas (Mônaco *et al.*, 2011). Dentre os patógenos de plantas, os fitonematoides merecem destaque, pois uma vez introduzidos são difíceis de serem eliminados e controlados.

O nematoide das galhas, *Meloidogyne* spp., constitui o grupo de fitonematoides de maior importância econômica à agricultura mundial por causarem perdas significativas em diversas culturas de interesse agrícola, devido à sua distribuição cosmopolita e amplo círculo de plantas hospedeiras (Moens *et al.*, 2009).

Os sintomas causados por *Meloidogyne* spp. levam à formação de galhas nas raízes parasitadas e redução de sua massa, além do amarelecimento de folhas e subdesenvolvimento das plantas, dificultando a absorção de água e nutrientes e sua translocação pela planta (Moens *et al.*, 2009). Em virtude dos efeitos negativos causados às plantas, o controle do nematoide das galhas é essencial para o bom desenvolvimento e produtividade das culturas agrícolas, pois esses nematoides podem causar perdas de até 100% da produção, dependendo da densidade de inoculo e da suscetibilidade das plantas cultivadas (Martins, 2018).

*Meloidogyne paranaensis* (Carneiro *et al.*, 1996) e *M. enterolobii* (Yang & Eisenback, 1983) são espécies consideradas emergentes devido à sua crescente importância econômica. *Meloidogyne paranaensis* é um importante parasita do cafeeiro e *M. enterolobii* é um dos principais parasitas da cultura da goiaba no Brasil. Poucos são os relatos da hospedabilidade de plantas medicinais a essas espécies. Considerando a importância das plantas de uso medicinal para a sociedade, objetivou-se estudar a reação de plantas medicinais a *M. enterolobii* e *M. paranaensis*. Assim, plantas com baixa taxa reprodutiva dessas espécies poderão ser recomendadas para rotação com culturas suscetíveis. Por outro lado, plantas suscetíveis poderão ser recomendadas para plantio em áreas isentas dessas espécies.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O gênero *Meloidogyne*

*Meloidogyne* Göldi, 1887 é conhecido como o nematoide das galhas por induzir a formação de tumores no sistema radicular de plantas parasitadas. Coube a Berkeley em 1855, o primeiro relato de nodosidades em raízes de pepino associadas a um patógeno denominado de “vibrio”.

No entanto, a primeira descrição do gênero e da espécie-tipo, *Meloidogyne exigua*, foi realizada por Göldi em 1887 em cafeeiro no Rio de Janeiro, sendo publicada nos Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro com o título “Relatório sobre a moléstia do cafeeiro na Província do Rio de Janeiro”. O sugestivo termo *Meloidogyne*, atribuído por Göldi (1887), em grego, significa “fêmea em forma de maçã”, devido ao seu formato globoso semelhante ao da fruta.

No Filo Nematoda, *Meloidogyne* pertence à Classe Chromadorea Inglis, 1983; Subclasse Chromadoria Pearse, 1942; Ordem Rhabditida Chitwood, 1933; Subordem Tylenchina Thorne, 1949; Infraordem Tylenchomorpha De Ley e Blaxter, 2002; Superfamília Tylenchoidea Örley, 1880; Família Meloidogynidae Skarbilovich, 1959; Subfamília Meloidogyninae Skarbilovich, 1959 (De Ley & Blaxter, 2002).

Atualmente, há mais de 100 espécies descritas mundialmente pertencentes ao gênero *Meloidogyne*. Das espécies descritas, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla* são espécies de importância econômica mundial e amplamente disseminadas. No geral, *Meloidogyne* spp. apresentam amplo círculo de plantas hospedeiras e adaptação aos mais diferentes ambientes. *Meloidogyne*, é o nematoide de maior importância econômica dentre os nematoides parasitas de plantas (Moens *et al.*, 2009).

Sintomas diretos são produzidos por *Meloidogyne* spp. em raízes de plantas superiores das mais diferentes famílias botânicas e envolvem a formação de galhas ou rachaduras e

redução do volume. As galhas produzidas nas raízes prejudicam a translocação ascendente de água e nutrientes. Em consequência, na parte aérea das plantas, observa-se sintomas reflexos como murcha, deficiência mineral, amarelecimento e queda precoce de folhas, além de redução na produção e na qualidade dos alimentos (Mítkowski & Abawi, 2003; Moens *et al.*, 2009).

Estima-se o prejuízo causado pelo nematoide das galhas em 10% da produção mundial de alimentos. Os prejuízos podem ser maiores ou menores dependendo do nível populacional do nematoide, da suscetibilidade das culturas, das condições ambientais e das características dos solos (Collange *et al.*, 2011).

No Brasil, as principais plantas cultivadas em grandes extensões territoriais são parasitadas por *Meloidogyne* spp. como cana-de-açúcar, soja, algodão, seringueira, café, fruteiras e hortaliças em geral. Isso é um indicativo forte da importância econômica desse nematoide no Brasil.

### **2.1.1. Ciclo de vida de *Meloidogyne***

Fêmeas de *Meloidogyne* depositam ovos em massa gelatinosa, composta por matriz glicoproteica e excretada pelas glândulas retais (Moens *et al.*, 2009). Além de manter os ovos unidos e protegê-los contra predação e condições ambientais adversas, as massas gelatinosas possuem propriedades antimicrobianas que ajudam na preservação dos ovos (Orion & Kritzman, 1991.).

Após a liberação dos ovos pelas fêmeas, tem início o processo de embriogênese, o qual resulta na formação do juvenil de primeiro estágio (J1) que, após ocorrer a primeira ecdise, progride para o estágio J2, conhecido como infectante (Moens *et al.*, 2009). Formas J2 eclodem dos ovos prontas para iniciar o processo infeccioso em plantas. Fatores como temperatura, umidade e oxigenação do solo, além da produção e liberação de exsudatos radiculares, podem interferir na eclosão. Estados de dormência, como quiescência e diapausa,

também podem retardar o processo de eclosão de J2 (Perry, 1997). A influência de exsudatos radiculares na eclosão de *Meloidogyne* é pouco aparente em espécies que possuem uma gama de hospedeiras relativamente extensa, com a maioria dos J2 nascendo sem a necessidade de estímulo de exsudatos (Curtis *et al.*, 2009). No entanto, após a eclosão, formas J2 são certamente atraídas às raízes por exsudatos radiculares. Ao encontrar uma raiz, os J2 penetram e migram intercelularmente em direção ao cilindro vascular (Curtis *et al.*, 2009). Nesse local, o J2 inicia a sua alimentação em células parenquimáticas junto ao protoxilema e protofloema, onde são selecionadas até 6 células que farão parte do sítio de alimentação do nematoide, conhecido como células gigantes. O processo de formação da célula gigante envolve alteração do ciclo celular, com indução de cariocinese sem citocinese, o que leva à formação de muitos núcleos no interior das células, tornando denso e rico em proteínas o citoplasma destas, podendo aumentar o volume das células em até 100 vezes em relação ao volume normal. (Moens *et al.*, 2009).

Uma vez que o sítio de alimentação é estabelecido, o nematoide se torna sedentário e o J2 passa por mais três ecdises, mudando para o juvenil de terceiro estágio (J3), depois juvenil de quarto estágio (J4) e finalmente atinge o estágio adulto. Os estádios J3 e J4 adquirem formato “salsichoide” e, por serem desprovidos de estilete funcional, não se alimentam (Moens *et al.*, 2009).

Após a quarta ecdise, os nematoides que se tornaram fêmeas iniciam a produção de centenas de ovos, os quais são liberados em massa gelatinosa, sendo que cada fêmea pode ovopositar de 30 a 40 ovos por dia, dependendo da planta hospedeira e das condições ambientais (Karssen *et al.*, 2013). Cada massa pode conter de 100 a mais de 1000 ovos. O tempo de duração dessa fase é fortemente influenciado pela temperatura e espécie do nematoide das galhas. Temperaturas ótimas geralmente variam de 15 a 25 °C para *M. hapla* Chitwood, 1949, e 25 a 30°C para *M. incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood (1949) e *M.*

*javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, existindo pouca atividade para qualquer espécie de *Meloidogyne* em temperaturas acima de 40° C ou abaixo de 5° C (Pinheiro *et al.*, 2014).

Os machos, quando presentes, são vermiformes, não existindo evidências de que eles se alimentem. Além disso, podem ser encontrados em espécies partenogênicas em condições desfavoráveis ao desenvolvimento das fêmeas, ou quando as populações são altas e há uma limitação no suprimento de alimento (Moens *et al.*, 2009).

### **2.1.2. *Meloidogyne enterolobii***

*Meloidogyne enterolobii* foi descrita por Yang & Eisenback (1983) causando danos em *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang na ilha de Hainan, China. Karssen *et al.* (2012) confirmaram o status taxonômico de *M. enterolobii* tendo como sinônimo *M. mayaguensis*, espécie descrita por Rammah & Hirschmann em 1988, parasitando berinjela (*Solanum melongena* L.) em Porto Rico.

É uma espécie amplamente distribuída e também considerada emergente assim como *M. paranaensis*, pois apresenta potencial para provocar grandes prejuízos econômicos (Moens *et al.*, 2009). Sua presença já foi comprovada em países da África, Ásia, Américas do Sul, do Norte e Central, Caribe (Subbotin, 2018) e na Europa (Blok *et al.*, 2002). No Brasil, foi relatada inicialmente parasitando goiabeira (*Psidium guajava* L.) em municípios dos estados de Pernambuco e da Bahia (Carneiro *et al.*, 2001). Recentemente, foi relatado causando danos em goiabeira em diversos estados do Brasil (Mesquita, 2016).

O fato de *M. enterolobii* ter se mostrado virulenta a genótipos resistentes de culturas como algodão, batata-doce e tomate com o gene Mi-1, batata com o gene Mh, soja com o gene Mir-1, Tabasco (pimenta) com o gene N e feijão caupi com o gene Rk, tem causado preocupação aos melhoristas na busca por genes de resistência à essa espécie, bem como alternativas de manejo para áreas infestadas (Yang & Eisenback, 1983; Fargette & Braaksma, 1990; Berthou *et al.*, 2003; Brito *et al.*, 2007; Cetintas *et al.*, 2008).

Por ser muito agressivo, esse nematoide pode inviabilizar o cultivo da goiabeira em áreas infestadas, sua principal hospedeira, causando sérios problemas ao desenvolvimento dessa cultura em áreas de ocorrência (Moreira *et al.*, 2003; Carneiro *et al.*, 2007). Em goiabeira, *M. enterolobii* causa necroses e galhas no sistema radicular, além de sintomas reflexos como bronzeamento dos bordos das folhas e dos ramos, seguido do amarelecimento uniforme da parte aérea, culminando em desfolha generalizada e morte súbita das plantas (Moura & Moura, 1989; Carneiro *et al.*, 2001).

*Meloidogyne enterolobii* possui uma ampla gama de hospedeiros semelhante à *M. incognita* (Yang & Eisenback, 1983). Além da goiabeira, várias culturas são afetadas por esse nematoide, incluindo olerícolas como tomate, pimenta e melancia (Yang & Eisenback, 1983; Rammah & Hirschmann, 1985), frutíferas (Freitas *et al.*, 2017), plantas ornamentais (Brito *et al.*, 2004), plantas daninhas (Rich *et al.*, 2009) e medicinais (Costa *et al.*, 2019). Nessas culturas, incita a formação de galhas de grande tamanho e formato irregular, além dos sintomas reflexos típicos como nanismo, amarelecimento, murcha e redução da produção (Moens *et al.*, 2009).

Devido a sua polifagia e distribuição cosmopolita, *M. enterolobii* é considerado um patógeno emergente, ou seja, de importância econômica crescente na agricultura mundial (Mesquita, 2016).

### **2.1.3. *Meloidogyne paranaensis***

*Meloidogyne paranaensis*, por apresentar um amplo círculo de plantas hospedeiras, dentre as quais a cultura do cafeeiro, distribuição em ascensão nas Américas e crescente importância econômica, é considerado uma espécie emergente na agricultura mundial (Moens *et al.*, 2009).

*Meloidogyne paranaensis* é um nematoide endoparasita sedentário descrito por Carneiro e colaboradores (1996) como parasita do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no estado do

Paraná, Brasil. Antes da sua descrição, foi relatado como população atípica do cafeeiro (Esbenshade & Triantaphyllou, 1985) cultivado nos estados de São Paulo e Paraná (Santos & Triantaphyllou, 1992). Também foi relatado como um novo patótipo de *M. incognita* (Carneiro, 1993), antes da sua descrição em 1996.

*Meloidogyne paranaensis* encontra-se distribuído pela América do Norte (Estados Unidos da América e Havaí), América Central e América do Sul (Brasil) (Moens *et al.*, 2009). No Brasil, já foi relatado nos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, municípios de Patrocínio, Serra do Salitre, Piumhi (Castro *et al.*, 2008) e na região do Alto Paranaíba (Castro *et al.*, 2003) e recentemente nas regiões de Araguari, Carmo do Paranaíba, Indianópolis, Monte Carmelo e Rio Paranaíba (Terra *et al.*, 2019).

Nas áreas em que ocorre, *M. paranaensis* pode ser encontrado em mistura de populações com outras espécies de *Meloidogyne*, outros nematoides ou como população única. Os sintomas em raízes de sua principal hospedeira, o cafeeiro, incluem a indução de rachaduras e necroses e a não formação de galhas, este último considerado sintoma típico de nematoides da família Meloidogynidae em raízes de plantas superiores (Carneiro *et al.*, 1996).

Além do cafeeiro, *M. paranaensis* foi relatado também como parasita das culturas da soja (Roese *et al.*, 2004), do fumo, tomate e melancia (Carneiro *et al.*, 1996), além de sobreviver parasitando diferentes plantas daninhas (Roese & Oliveira, 2004; Mônaco *et al.*, 2009). Plantas medicinais também são hospedeiras desse nematoide como *Ocimum basilicum* L. (alfavaca-cheirosa), *Origanum vulgare* L. (orégano), *Plectranthus barbatus* Andrews (boldo), *Mentha pulegium* L. (poejo) (Mônaco *et al.*, 2011), além de *Pogostemon cablin* Benth. (patchouli), *Pfaffia glomerata* Spreng. (Ginseng-brasileiro), *Melissa officinalis* L. (erva-cidreira) e *Hypericum perforatum* L. (hipérico) (Mendonça *et al.*, 2017).

## **2.2. Plantas Medicinais**

### **2.2.1. Importância do uso das plantas medicinais e da fitoterapia**

O reino vegetal é uma considerável fonte de compostos bioativos, fato este que tem levado a uma preocupação global com a manutenção da biodiversidade do planeta e o desenvolvimento sustentável da agricultura (Braga, 2011).

O estudo da fitoquímica vegetal para uso medicinal tem sofrido um grande avanço nas últimas décadas (Yadav & Agarwala, 2011). Aproximadamente 48% dos medicamentos empregados no tratamento de doenças em geral são obtidos, direta ou indiretamente, de produtos naturais, principalmente de plantas medicinais (Balunas & Kinghorn, 2005).

Nas últimas décadas, o uso de chás medicinais, infusões, decoctos, tisanas, tinturas ou fitoterápicos vêm sendo retomado de maneira sistemática e crescente na prevenção e tratamento de enfermidades nos países ocidentais (Eisenberg *et al.*, 1993; Eisenberg *et al.*, 1998). O uso das práticas compreendidas na Medicina Tradicional e na Medicina Alternativa Complementar (MAC) (práticas que incluem terapias com medicação, as quais usam ervas, partes de animais ou minerais, e terapias sem medicação, por exemplo, a acupuntura, terapias manuais e espirituais) vem crescendo em diversas partes do mundo, sendo que na França este percentual chegou a 75%, no Canadá 70% e nos EUA 42% (WHO, 2002).

No Brasil, a partir da década de 80, foram criadas diversas ações e programas de fitoterapia, homeopatia e acupuntura na rede pública de saúde (Brasil, 2011). Em 2006, foi elaborada a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) para o SUS. Esse projeto consiste de uma política pública que objetiva ampliar o atendimento na Atenção Básica à Saúde, através da utilização de práticas integrativas e complementares à medicina convencional (Amorim, 2009). O PNPIC visa, entre outros, “promover e reconhecer as práticas populares e tradicionais de uso de plantas medicinais, fitoterápicos e remédios caseiros” (Brasil, 2009).

Segundo dados do Ministério da Saúde, entre 2013 e 2015 a busca por tratamentos à base de plantas medicinais e medicamentos fitoterápicos pelo Sistema Único de Saúde (SUS)

mais que dobrou: o crescimento foi de 161% (Brasil, 2016). Esses incentivos para a utilização da terapia não convencional levam a uma melhora no atendimento de pacientes do SUS, pois proporcionam alternativas de prevenção e tratamento de doenças (Lima *et al.*, 2014).

Desde 2012, foram investidos mais de R\$ 71 milhões em projetos com plantas medicinais e fitoterápicos no âmbito do SUS. Os projetos têm o objetivo de fortalecer a cadeia produtiva dos insumos, especialmente a oferta de fitoterápicos aos usuários do SUS. Atualmente, há registro de 2.160 Unidades Básicas de Saúde (UBS) que disponibilizam fitoterápicos ou plantas medicinais, sendo que 260 UBS disponibilizam planta *in natura*, 188 a droga vegetal, 333 o fitoterápico manipulado e 1647 o fitoterápico industrializado (Brasil, 2019).

O uso de plantas medicinais pela população tem contribuído não só para a divulgação da terapia complementar, mas também para o direcionamento dos estudos para comprovação e elucidação das propriedades biológicas dessas plantas (Lima *et al.*, 2014).

### **2.2.2. Compostos de interesse terapêutico produzido pelas plantas**

Plantas medicinais produzem substâncias capazes de prevenir, aliviar ou curar enfermidades (Barbosa, 2012). Essas substâncias, denominadas metabólitos secundários, são compostos químicos ligados à defesa do vegetal a ataques externos (Bueno *et al.*, 2016). Também servem como atrativos (aroma, cor, sabor) para polinizadores e funcionam como agentes de competição entre plantas e de simbiose entre plantas e microrganismos (Vizzotto *et al.*, 2010). Diferentemente dos metabólitos primários, como os ácidos graxos e carboidratos, os metabólitos secundários não são produzidos em qualquer condição e são essenciais para a adaptação e a propagação da espécie (De Oliveira *et al.*, 2015).

Além do uso terapêutico, esses compostos também são importantes em outras áreas como agricultura, veterinária e pesquisa científica (Vasu *et al.*, 2009), sendo utilizados na fabricação de corantes, cosméticos, inseticidas, produtos de limpeza e substâncias aromáticas

(Van der Fits & Memelink, 2000). Dentre os metabólitos secundários de plantas utilizados no tratamento de enfermidades, destacam-se os terpenos, os alcaloides e os compostos fenólicos (De Oliveira *et al.*, 2015).

Os alcaloides são substâncias de baixo peso molecular que contêm nitrogênio e estão relacionados à defesa das plantas. Alguns possuem uso medicinal, por exemplo, vincristina e vimblastina, produzidos por *Catharanthus roseus* L. (vinca) e utilizados no tratamento de câncer, e a morfina de papoula (*Papaver somniferum* L.) empregada como analgésico (Shitan, 2016). Apesar da importância na medicina alternativa, os alcaloides, em sua maioria, apresentam elevada toxicidade (Shitan, 2016). A planta cicuta (*Conium maculatum* L.), por exemplo, é rica em alcaloides que atuam como bloqueadores neuromusculares (Al-Snafi, 2016) e acredita-se que ela foi a fonte do chá usado para envenenar o filósofo grego Sócrates (Daugherty, 1995).

Dentre os compostos fenólicos, os que mais se destacam são os flavonoides. É o principal grupo de substâncias produzidas pelos vegetais, possuindo eficácia no tratamento e cicatrização de feridas (De Oliveira *et al.*, 2015; Bueno *et al.*, 2016), atuando também como antioxidante, antimicrobiano, anti-inflamatório e antidiabético, além de possuírem propriedades neuroprotetoras, hepatoprotetoras e cardioprotetoras (Vicente & Boscaiu, 2018). Os flavonoides possuem vários papéis importantes nas plantas, servindo como moléculas de sinalização para a simbiose planta-micróbio, proteção contra raios ultravioletas, fitopatógenos e também na coloração das flores para atração de polinizadores (Falcone Ferreyra *et al.*, 2012). Essas substâncias são bem comuns nos vegetais, podendo ser encontradas em diversos alimentos. A planta chá-da-índia (*Camellia sinensis* L.) é um exemplo de planta medicinal rica em compostos fenólicos (Pereira *et al.*, 2009).

Os terpenos são compostos presentes nos óleos essenciais. Esses óleos essenciais são substâncias aromáticas voláteis, utilizadas pelas plantas para atração de polinizadores, bem

como para repelência de organismos indesejáveis (Vizzotto *et al.*, 2010). As principais características farmacológicas desse grupo é a utilização como antipirético (antitérmico), antisséptico e anti-inflamatório, tendo as plantas medicinais Hortelã (*Mentha x piperita* L.), Capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), Artemísia (*Artemisia annua* L.), Baleeira (*Cordia verbenacea* DC), Arnica (*Arnica montana* L.), entre outras, como importantes fontes de terpenos (Ferreira, 2014).

### **2.2.3. Reação de espécies medicinais ao nematoide das galhas.**

São poucos os estudos relacionados à interação plantas medicinais/nematoides (Mendonça, 2017). Segundo Correa Júnior e colaboradores (1991), dentre os nematoides relatados parasitando plantas medicinais, os do gênero *Meloidogyne* são os mais importantes.

Visto que os nematoides podem reduzir a produtividade das plantas e comprometer quantitativamente ou qualitativamente suas propriedades de interesse medicinal, estudos de hospedabilidade, especialmente de espécies de *Meloidogyne*, foram realizados por diferentes autores (Tabela 1).

Segundo Martins (2018), estudos de hospedabilidade a nematoides visam selecionar espécies que podem ser utilizadas como fonte de genes de resistência para melhoramento genético e como alternativa de cultivo em sistemas de rotação de culturas, objetivando a redução das populações em campo (Martins, 2018).

A maioria dos estudos de reação de espécies medicinais a nematoides envolve as espécies *M. incognita* e *M. javanica*, pois estas são espécies polípagas mundialmente disseminadas (Moens *et al.*, 2009). Outras espécies como *M. enterolobii* e *M. paranaensis* também foram estudadas, mas em menor proporção (Tabela 1).

Os resultados obtidos por diferentes autores (Walker, 1995; Maciel & Ferraz, 1996; Park *et al.*, 2004; Gomes, 2006; Baida *et al.*, 2011; Mônaco *et al.*, 2011; Stroze, 2013), retratam a reprodução de *Meloidogyne* spp. nas plantas medicinais testadas, havendo a

separação em resistentes, suscetíveis e/ou imunes. No entanto, as metodologias utilizadas nos diferentes estudos variaram no que tange principalmente à densidade de inóculo utilizada, o intervalo entre inoculação e avaliação, variáveis avaliadas, condições de cultivo e origem das plantas medicinais utilizadas e das populações dos nematoides.

**Tabela 1.** Reação de espécies medicinais a *Meloidogyne* spp.

Nematoide	Imune	Suscetível	Resistente	Referência
<i>M. incognita</i> raça 3		<i>Anethum graveolens, Artemisia absinthium, Coriandrum sativum, Eruca vesicaria, Foeniculum vulgare, Hyssopus officinalis, Lavandula augustifolia, Matricaria recutita, Melissa officinalis, Nepeta cataria, Ocimum basilicum, Rosmarinus officinalis, Ruta graveolens, Salvia officinalis, Satureja hortensis, Tanacetum vulgare e Thymus vulgaris</i>	<i>Mentha. x piperita, Origanum majorana e O. vulgare</i>	Walker (1995)
<i>M. incognita</i> raça 2		<i>Plectranthus barbatus e Polygonum hidropiperoides</i>	<i>Achillea millefolium, Arctium lappa, Bryophyllum calycinu e Crassula portulacea</i>	Maciel & Ferraz (1996)
<i>M. javanica</i>		<i>Plectranthus barbatus, P. hidropiperoides, Achyrocline satureoides e Tropaeolum majus</i>		
<i>M. hapla</i>	<i>Cassia tora, Coix lacrima-jobi e Perilla frutescens</i>	<i>Angelica dahurica, Arctium lappa, Astragalus membranaceous, Carthamus tinctorius, Codonopsis lanceolata, C. pilosula, Coriandran sativum, Glycyrrhiza uralensis, Leonurus sibiricus, Ligusticum tenuissimum, Ostericum koreanum e Peucedanum japonicum</i>	<i>Achyranthes japonica, Atractylodes japonica, Hibiscus manihot, Ricinus communis e Sophora flavescens</i>	Park <i>et al.</i> , (2004)
<i>M. incognita</i> raça 1		<i>Pfaffia glomerata</i> Acessos IAPAR (PR), CENARGEN 2216-10, CENARGEN 2216-16, CENARGEN 2217-10, UFC (CE), Acessos Farmacotécnica, DF e CENARGEN 2217,9	<i>Pfaffia glomerata</i> Acessos São Luís (MA), UFV (MG), CENARGEN 1 (DF), Pedra de Guaratiba (RJ), Itabaiana (SE) e CENARGEN 2213-6	Gomes (2006)
<i>M. incognita</i>		<i>Matricaria recutita</i>	<i>Plectranthus neochilus, P. barbatus, Anethum graveolens, Pimpinella anisum, Mikania glomerata, Hyssopus officinalis, Origanum majorana, Ocimum basilicum, Mentha pulegium e Timus vulgaris.</i>	Baida (2011)
<i>M. javanica</i>	<i>Ruta graveolens, Carpobrothus edulis e Commiphoria myrrha</i>		<i>Plectranthus neochilus, P. barbatus, Matricaria recutita, Anethum graveolens, Pimpinella anisum, Mikania glomerata, Hyssopus officinalis, Origanum majorana, Ocimum basilicum, M. pulegium e Timus vulgaris.</i>	
<i>M. paranaensis</i>	<i>Artemisia dracunculus, Petiveria alliacea</i>	<i>Ocimum basilicum, Origanum vulgare, Plectranthus barbatus e Mentha pulegium.</i>	<i>Hyssopus officinalis, Melissa officinalis, Matricaria recutita, Taraxacum officinales, Kalanchoe pinnata, Lippia alba e Sedum praealtum.</i>	Mônaco <i>et al.</i> (2011)
<i>M. paranaensis</i>		<i>Cordia verbenaceae, Pogostemon clabin, Pfaffia glomerata, Melissa officinalis e Hypericum perforatum.</i>	<i>Artemisia Annu e Catharanthus roseus</i>	Mendonça <i>et al.</i> (2017)
<i>M. javanica</i>		<i>Aloe vera</i>	<i>Achillea millefolium., Cymbopogon citratus, Eucalyptus globulus e Mentha piperita</i>	Stroze (2013)

<i>M. paranaensis</i>		<i>Aloe vera</i>	<i>Achillea millefolium, Cymbopogon citratus, Eucalyptus globulus e Mentha piperita</i>	
<i>M. javanica</i>			<i>Plectranthus barbatus, Alternanthera brasiliana, Cymbopogon nardus, Mentha spicata e M. piperita</i>	Calderoni <i>et al.</i> (2017)
<i>M. incognita</i> raça 2		<i>Rosmarinus officinalis, Mentha arvensis</i> var. <i>piperascens, Ocimum basilicum, O. gratissimum e Plectranthus amboinicus</i>	<i>Peumus boldus, Mentha x vilosa, Plectranthus amboinicus, Cymbopogon citratus, C. winterianus e Lippia alba</i>	Moreira (2017)
<i>M. enterolobii</i>	<i>Petivea alliacea</i>	<i>Anethum graveolens, Capsicum chinense, C. frutescens, Coriandrum sativum, Ocimum basilicum, O. basilicum</i> var. <i>purpurascens, O. basilicum</i> var. <i>minimum, O. citriodorum, Bryophyllum pinnatum, Justicia pectoralis</i> var. <i>stenophylla, Lippia alba, Mentha arvensis, Plectranthus amboinicus, P. amboinicus</i> var. <i>variegatus, P. barbatus e Vernonia condensata</i>	<i>Foeniculum vulgare, Petroselinum crispum, Ruta graveolens, Salvia officinalis, Alternanthera brasiliana, Justicia gendarussa, Mentha piperita, Plectranthus ornatus, Solidago chilensis e Tetradenia riparia</i>	Martins (2018)
<i>M. incognita</i>		<i>Capsicum chinense, C. frutescens, Coriandrum sativum, Cynara scolymus, Ocimum basilicum, O. basilicum</i> var. <i>red, O. Citriodorum e Ruta graveolens</i>	<i>Thymus vulgare, Salvia officinalis e Anethum graveolens, Artemisia vulgaris, Bryophyllum pinnatum, Catharanthus roseos, Mentha arvensis, Mentha piperita, Petivea alliacea, Plectranthus barbatus e Solidago chilensis</i>	
<i>M. javanica</i>	<i>B. pinnatum, J. gendarussa e S. chilensis</i>	<i>Anethum graveolens, Brassica rapa, Capsicum chinense, C. frutescens, Chamomilla recutita, Chenopodium ambrosioides, C. sativum, Cynara scolymus, Foeniculum vulgare, Melissa officinalis, Ocimum basilicum, O. Citriodorum e Origanum majorana</i>	<i>Origanum vulgare, Petroselinum crispum, Salvia officinalis, Thymus vulgare, Alternanthera brasiliana, Artemisia vulgaris, Catharanthus roseos, Mentha arvensis, M. piperita e Plectranthus barbatus</i>	

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local de execução dos ensaios**

Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação, localizada na Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Gleba C. As avaliações foram realizadas no laboratório de Nematologia da EEB e no Laboratório de Nematologia Vegetal do Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília.

#### **3.2. Delineamento experimental**

O ensaio em casa de vegetação foi conduzido no período de abril a junho de 2019 em delineamento fatorial com duas espécies de *Meloidogyne* (*M. enterolobii* e *M. paranaensis*) X 21 tratamentos X 4 repetições. Tomateiro da cv. Santa Clara foi usado como testemunha positiva para confirmação da viabilidade dos inóculos utilizados.

#### **3.3. Origem e multiplicação de *M. enterolobii* e *M. paranaensis***

O inóculo de *M. enterolobii* (EST M2) foi cedido pela Universidade de Brasília (Dr. Jansen Rodrigo Pereira Santos) e o de *M. paranaensis* (EST P1) pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Dra. Regina Maria Dechechi Gomes Carneiro). As espécies foram confirmadas pelo perfil das esterases (EST) (Carneiro *et al.*, 2000; Carneiro & Almeida, 2001).

Os inóculos foram multiplicados em tomateiros cv. Santa Clara, semeados em bandejas com substrato orgânico e transplantados para sacos plásticos de 2 l com mistura de solo, areia e substrato esterilizados na proporção de 1:1:1. Os tomateiros foram inoculados e mantidos em casa de vegetação por 60 dias. Tratos culturais envolvendo irrigação, adubação com NPK 4-14-8 e pulverizações contra pragas e doenças foram realizadas de acordo com a necessidade.

### **3.4. Espécies medicinais utilizadas**

Foram utilizadas vinte e uma espécies de plantas de uso medicinal, sendo a maioria propagada por estaquia caulinar simples, outras por sementes ou bulbos (Tabela 2).

A propagação das plantas foi feita em vasos com areia autoclavada a 120 °C por 1 hora. Estacas de aproximadamente 15 cm, sementes e bulbos foram obtidas de matrizes da Coleção de Plantas Medicinais da Universidade de Brasília (Responsável: Dr. Jean Kleber de Abreu Mattos), com exceção das sementes de *Camomila recutita* adquirida em loja de produtos agropecuários em Brasília – DF (Tabela 2).

Para comprovar a viabilidade dos inóculos, foram utilizadas tomateiros (*Solanum lycopersicum* L.) cv. ‘Santa Clara’.

### **3.5. Extração de ovos e J2 para inoculação em plantas medicinais**

Ovos de *Meloidogyne paranaensis* e *M. enterolobii* foram extraídos de raízes de tomateiros, de acordo com Hussey & Barker (1973) com modificações. As raízes dos tomateiros foram separadas da parte aérea, lavadas em água corrente, cortadas em pedaços e trituradas em liquidificador por aproximadamente 30 segundos em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 0,5%. A suspensão foi passada em peneiras de 42, 200 e 500 mesh e lavada em água corrente para a retirada do excesso de hipoclorito. O conteúdo da peneira de 500 mesh foi recolhido em béquer e centrifugado em água (3500 rpm/5 minutos) eliminando o sobrenadante, e a seguir em solução de sacarose 50% (1500 rpm/1 minuto). A concentração de ovos foi estimada em lâmina de Peters com auxílio de um microscópio de luz marca Nikon, Modelo Eclipse E200.

### **3.6. Transplante de mudas e inoculação de ovos e J2**

Após quarenta dias da propagação, as plantas tiveram o seu sistema radicular reduzido, a fim de deixar todas as plantas com um volume de raiz padrão e facilitar o transplante para vasos individuais de 2 litros. Os vasos foram preenchidos com solo, areia e substrato orgânico

na proporção de 1:1:1, previamente esterilizados a 120 °C/ 1 hora. Passados sete dias do transplante, cada vaso recebeu 10 gramas de NPK 4-14-8. Vinte dias após o transplante foi feita a inoculação de 5.000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio de *M. enterolobii* ou *M. paranaensis*. A suspensão contendo os nematoides foi calibrada para 1.250 ovos e J2 por ml. O inóculo foi aplicado com o auxílio de uma pipeta de 10 ml, depositando-se 1 ml da suspensão por orifício, num total de 4 orifícios por vaso, distantes 2 a 3 cm do caule.

**Tabela 2.** Características das espécies vegetais de uso medicinal desafiadas com *Meloidogyne enterolobii* e *M. paranaensis*.

Nome Científico	Nome Popular	Família	Propagação	Principal componente	Função	Referências
<i>Aeolanthus suaveolens</i> Mart. ex Spreng	Macaçá	Lamiaceae	Estaquia	Linalol	Sedativo e anticonvulsivante	Simionatto <i>et al.</i> (2007)
<i>Ocimum gratissimum</i> L. var. <i>macrophyllum</i>	Alfavacão timol	Lamiaceae	Semente	Timol	Antisséptico	Vieira <i>et al.</i> (2001)
<i>Mentha x villosa</i> Huds.	Hortelã de feira	Lamiaceae	Estaquia	Óxido de piperitena	Antiparasitário	Lorenzi & Matos (2002)
<i>Mentha arvensis</i> L.	Menta	Lamiaceae	Estaquia	Mentol	Problemas respiratórias	Lorenzi & Matos (2002)
<i>Ocimum x canum</i> L.	Manjeriçã Híbrido	Lamiaceae	Estaquia	Linalol/cineol/cânfora	Antiespasmódico, antibacteriano, antireumático, entre outros	Lorenzi & Matos (2002); Sanson (2009)
<i>Ocimum basilicum</i> L. cf 'Columnar Greek'	Manjeriçã de feira	Lamiaceae	Estaquia	Linalol	Antiespasmódico, antibacteriano, antireumático, entre outros	Lorenzi & Matos (2002)
<i>Ocimum gratissimum</i> L. var. <i>gratissimum</i>	Alfavacão eugenol	Lamiaceae	Estaquia	Eugenol	Antisséptico	Vieira <i>et al.</i> (2001); Lorenzi & Matos (2002)
<i>Ocimum selloi</i> Benth	Alfavaca anis	Lamiaceae	Semente	Estragol	Problemas das vias respiratórias, digestivo - estomacal , hepático-biliar, entre outros	Martins <i>et al.</i> (1997); Lorenzi & Matos (2002)
<i>Allium cepa</i> L. var. <i>aggregatum</i>	Cebola branca	Aliaceae	Bulbo	Organossulfetos	Antimicrobiano, hipolipemiante, antitrombótico, antitumoral, hipoglicemiante e antialérgico em patologia bronquial	Alonso, (1998); Bara & Vaneti, (1998); Torres <i>et al.</i> (2005); TOCMO <i>et al.</i> (2014).
<i>Allium schoenoprasum</i> L.	Cebolinha francesa	Aliaceae	Bulbo	Flavonóides	Antioxidante	Stajner <i>et al.</i> , (2004)
<i>Allium tuberosum</i> Rottl. ex Spreng	Cebola japonesa	Aliaceae	Bulbo	<i>n</i> - BuOH	Afrodisíaco e carminativo	Pandey <i>et al.</i> (2008); Guohua <i>et al.</i> (2009)
<i>Allium chinense</i> G. Don	Cebola chinesa	Aliaceae	Bulbo	Saponinas (dissulfeto de dipropenila)	Antitumoral, antimicrobiano, problemas cardíacos entre outros	Kameoka <i>et al.</i> , (1984); Bah <i>et al.</i> , (2012)
<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	Artemísia invasora	Asteraceae	Estaquia	$\alpha$ -tuiona	Analgésico, antiespasmódico e anti-convulsivo	Lorenzi & Matos (2002)
<i>Baccharis trimera</i> (Less) DC.	Carqueja	Asteraceae	Estaquia	Carquejol	Disfunções estomacais, hipotérmico e analgésico	Lorenzi & Matos (2002)
<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Reuschert	Camomila	Asteraceae	Semente	Sesquiterpenoides	Antiinflamatório e adstringente	Costa & Doni Filho (2002); Petronilho <i>et al.</i> (2011)
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf.	Capim cidrão	Poaceae	Estaquia	Citral	Calmante e espasmolítico	Lorenzi & Matos (2002)
<i>Chrysopogon zizanioides</i> (L.) Nash	Vetiver	Poaceae	Estaquia	cedr-8-en-13-ol	Antioxidante e antiinflamatório	Chou <i>et al.</i> (2012)
<i>Cissus sicyoides</i> L.	Insulina	Vitaceae	Estaquia	Resveratrol	Antitumoral	Lucena <i>et al.</i> (2010)
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br.	Erva cidreira	Verbenaceae	Estaquia	Citral	Cólicas uterinas e intestinais, nervosismo e estado de intranquilidade	Lorenzi & Matos (2002)
<i>Vitex agnus castus</i> L.	Vitex	Verbenaceae	Estaquia	1,8- Cineole	Distúrbios hormonais femininos	Stojković <i>et al.</i> (2011)
<i>Pfaffia glomerata</i> (Spreng.) Pedersen	Pfaffia	Amaranthaceae	Estaquia	$\beta$ -eccidisona	Tônico	Lorenzi & Matos (2002)

### **3.7. Avaliação dos experimentos**

As plantas infectadas com *M. enterolobii* e *M. paranaensis* foram avaliadas aos 60 dias após a inoculação (DAI). A temperatura média na casa de vegetação durante o experimento foi de mínima de 19 °C e máxima de 33 °C. Foram avaliadas as seguintes variáveis: massa fresca de raiz; índice de galhas (IG) e de massa de ovos (IMO); total de ovos por raiz; ovos e J2/grama de raiz e fator de reprodução (FR). A massa fresca foi estimada em balança eletrônica, marca Even, modelo BL-1200AS-BI. Após a pesagem, as raízes foram imersas em solução de Floxina B (15 mg/l) por 15 a 20 minutos e posteriormente lavadas em água corrente para a retirada do excesso de corante. Utilizou-se a escala de Taylor & Sasser (1978): 0 = nenhuma galha ou massa de ovos; 1 = 1-2; 2 = 2-10; 3 = 11-30; 4 = 31-100; 5 > 100, para a obtenção dos índices de galhas, sendo a contagem feita a olho nu ou com auxílio de lupa de mão.

As extrações de ovos e J2 das raízes foram feitas segundo a metodologia descrita no item 3.5, porém utilizando-se NaOCl a 1%. Após a centrifugação, as amostras foram conservadas em solução de Golden X. O número total de ovos e J2 de cada repetição foi contado em lâmina de Peters em microscópio de luz. As médias dos tratamentos foram utilizadas para o cálculo do FR, que consiste na razão entre o número total de ovos e de J2/planta e o total de nematoides inoculados (5000). As espécies que apresentaram  $FR < 1,0$  ou más hospedeiras foram consideradas resistentes, as que apresentaram  $FR > 1,0$  foram consideradas suscetíveis ou boas hospedeiras e  $FR = 0$  foram consideradas imunes (Oostenbrink, 1966).

### **3.8. Análise Estatística**

Os dados obtidos foram transformados para raiz quadrada de  $X + 1$  e analisados pelo Programa SISVAR (Ferreira, 2011), tendo sido realizada análise de variância e teste de agrupamento de médias Scott-Knott (0,05).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Reação de plantas medicinais a *Meloidogyne enterolobii*

Das 21 espécies vegetais medicinais desafiadas com *M. enterolobii*, 11 foram classificadas como suscetíveis, 6 como resistentes e 4 como imunes. O padrão de suscetibilidade, tomateiro cv. Santa Clara, apresentou média do FR = 14,06 (Tabela 3), com a formação de muitas galhas e de massas de ovos (Figura 2A), comprovando a viabilidade do inóculo.

**Tabela 3.** Reação de vinte e uma espécies de plantas medicinais a *Meloidogyne enterolobii*.

Nome Científico	Total de ovos e J2/planta	Massa fresca de raiz (g)	Ovos e J2/grama de raiz	<sup>1</sup> IG	<sup>2</sup> IMO	<sup>3</sup> FR	<sup>4</sup> Reação
<i>Aeolanthus suaveolens</i>	48804,44 b	1,92 a	25418,98 b	5,00	4,25	9,76 b	S
<i>Ocimum gratissimum</i> var. <i>macrophyllum</i>	12936,94 a	18,09 d	715,14 a	2,00	2,25	2,59 a	S
<i>O. gratissimum</i> var. <i>gratissimum</i>	55470,44 b	4,35 a	12751,82 a	5,00	4,75	11,09 b	S
<i>O. basilicum</i> cf. 'columnar greek'	98615,44 c	17,20 c	5733,45 a	5,00	5,00	19,72 c	S
<i>O. x canum</i>	83577,50 c	4,26 a	19619,13 c	5,00	4,50	16,72 c	S
<i>O. selloi</i>	685,00 a	1,35 a	507,41 a	0,00	0,00	0,14 a	R
<i>Mentha x villosa</i>	40071,83 b	8,01 b	5002,72 a	5,00	5,00	8,01 b	S
<i>M. arvensis</i>	56802,22 b	7,85 b	7235,95 a	5,00	4,75	11,36 b	S
<i>Allium cepa</i> var. <i>aggregatum</i>	107,00 a	0,78 a	137,18 a	3,00	2,00	0,02 a	R
<i>A. schoenoprasum</i>	2721,56 a	0,55 a	4948,29 a	2,75	2,75	0,54 a	R
<i>A. tuberosum</i>	8158,92 a	3,66 a	2229,21 a	4,00	3,75	1,63 a	S
<i>A. chinense</i>	13857,56 a	3,30 a	4199,26 a	4,25	4,25	2,77 a	S
<i>Artemisia verlotorum</i>	0,00 a	20,95 d	0,00 a	0,00	0,00	0,00 a	I
<i>Braccharis trimera</i>	0,00 a	1,58 a	0,00 a	0,00	0,00	0,00 a	I
<i>Chamomilla recutita</i>	84198,44 c	3,77 a	22333,80 b	5,00	4,75	16,84 c	S
<i>Cymbopogon citratus</i>	97,33 a	6,71 b	14,50 a	0,00	0,00	0,02 a	R
<i>Chrysopogon zizanioides</i>	0,00 a	3,40 a	0,00 a	0,00	0,00	0,00 a	I
<i>Cissus sicyoides</i>	272743,33d	16,60 c	16430,32 b	5,00	5,00	54,55 d	S
<i>Lippia alba</i>	4133,78 a	14,76 c	280,07 a	3,00	2,50	0,83 a	R
<i>Vitex agnus castus</i>	0,00 a	7,46 b	0,00 a	0,00	0,00	0,00 a	I
<i>Pfaffia glomerata</i>	2030,00 a	14,76 c	137,53 a	4,75	1,00	0,41 a	R
<i>Solanum lycopersicum</i>	70300,55 c	31,86 e	2206,54 a	5,00	5,00	14,06 c	S
CV(%)	25,92	15,14	36,90			20,17	

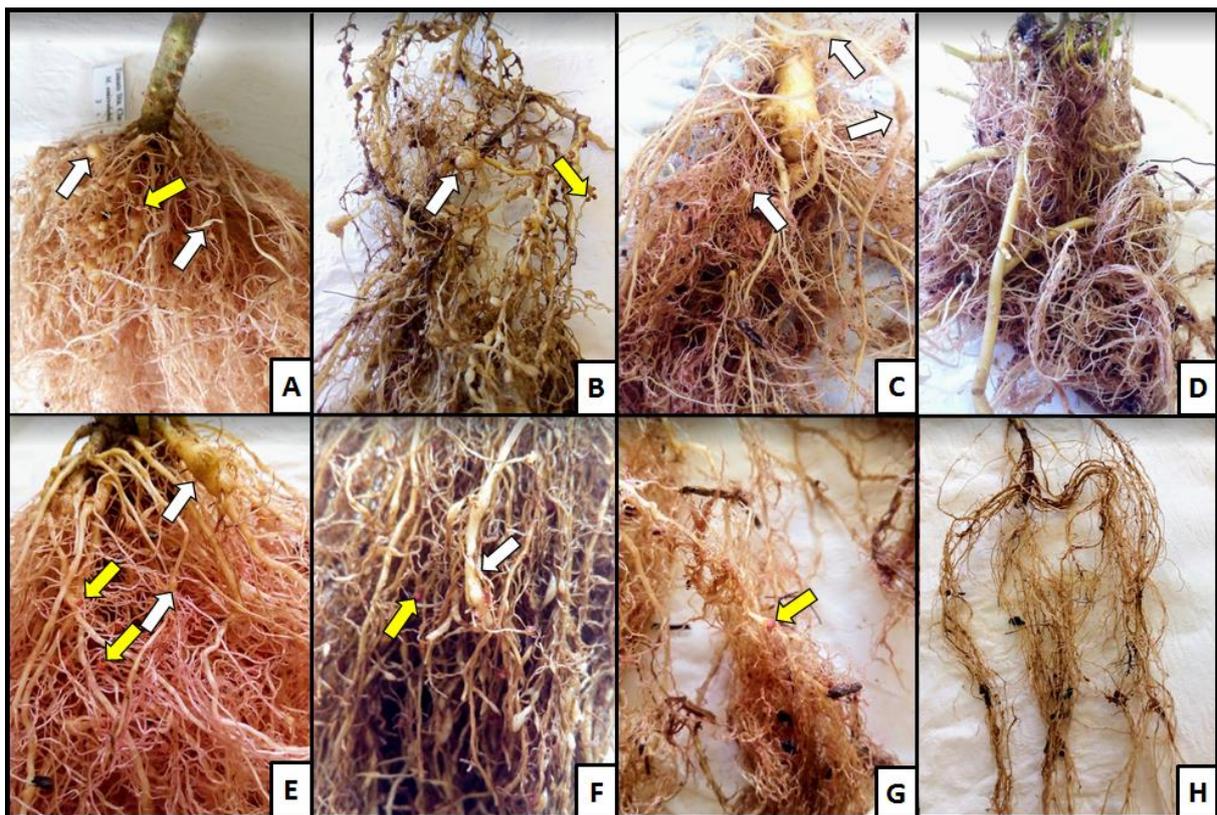
Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste Scott-Knott a 5%. Para a análise, os dados originais foram transformados em  $\sqrt{x+1}$ ;

<sup>1</sup>Índice de galhas de acordo com Taylor & Sasser (1978);

<sup>2</sup>Índice de massa de ovos de acordo com Taylor & Sasser (1978);

<sup>3</sup>Fator de Reprodução (FR=Pf/Pi) (Oostenbrink, 1966);

<sup>4</sup>Classificação de Oostenbrink (1966). S: Suscetível (FR>1); R: Resistente (FR<1); I: Imune (FR = 0).



**Figura 1.** Sistema radicular de plantas medicinais inoculadas com *Meloidogyne enterolobii* (A-D) e *M. paranaensis* (E-H) com formação de galhas (setas brancas), de massas de ovos (setas amarelas) e ausência de sintomas (D e H). Raízes de *Solanum lycopersicum* (A), *Cissus sicyoides* (B), *Pfaffia glomerata* (C) e *Artemisia verlotorum* (D) desafiadas com *M. enterolobii* e raízes de *Solanum lycopersicum* (E), *Ocimum basilicum* cf. 'columnar greek' (F,) *Mentha x villosa* (G) e *Baccharis trimera* (H) desafiadas com *M. paranaensis*.

As espécies vegetais suscetíveis a *M. enterolobii* apresentaram taxa reprodutiva média compreendida no intervalo  $1,63 \leq FR \leq 54,55$ , sendo *C. sicyoides* (Figura 2B), seguida de *O. basilicum* cf. 'columnar greek', *C. recutita*, *O. x canum* as que permitiram taxa reprodutiva média do nematoide superior à testemunha.

As demais espécies vegetais suscetíveis apresentaram média do FR inferior ao da testemunha como *M. arvensis*, *O. gratissimum* var. *gratissimum*, *A. suaveolens*, *M. x villosa*, *A. chinense*, *O. gratissimum* var. *macrophyllum* e *A. tuberosum*.

As espécies medicinais resistentes a *M. enterolobii* apresentaram média da taxa reprodutiva do nematoide no intervalo  $0,02 \leq FR \leq 0,83$ . As menores médias de FR, em ordem crescente, foram atribuídas a *C. citratus*, seguido de *A. cepa* var. *aggregatum*, *O. seloi*, *A. schoenoprasum*, *P. glomerata* e *L. alba*.

Apesar da baixa taxa reprodutiva do nematoide, *P. glomerata* apresentou muitas galhas em seu sistema radicular (IG = 4,75), porém com produção de massas de ovos variando de elevada a baixa ou ausente entre as repetições (Figura 2C).

Espécies medicinais imunes a *M. enterolobii* como *A. verlotorum* (Figura 2D), *B. trimera*, *C. zizanioides* e *V. agnus castus*, não permitiram a reprodução do nematoide em seu sistema radicular, não havendo a formação de galhas e de massas de ovos.

#### **4.2. Reação de plantas medicinais a *Meloidogyne paranaensis***

Das espécies medicinais desafiadas com *M. paranaensis*, 14 foram classificadas como suscetíveis, 4 como resistentes e 3 como imunes. O padrão de suscetibilidade, tomateiro cv. Santa Clara apresentou média do FR = 27,16 (Tabela 4), com a formação de muitas galhas e massas de ovos (Figura 2E), comprovando a viabilidade do inóculo.

As espécies medicinais suscetíveis a *M. paranaensis* apresentaram taxa reprodutiva média compreendida no intervalo  $1,07 \leq FR \leq 47,56$ , sendo *O. basilicum* cf. 'columnar greek' (Figura 2F), seguida de *C. sicyoides*, *M. arvensis* e *V. agnus castus*, as que apresentaram taxa reprodutiva maior que a testemunha (Tabela 4).

As demais espécies suscetíveis que apresentaram média do FR inferior a testemunha foram *C. zizanioides*, *A. schoenoprasum*, *A. chinense*, *C. citratus*, *O. seloi*, *A. tuberosum*, *C. recutita*, *A. suaveolens*, *P. glomerata* e *Ocimum x canum*.

As espécies medicinais resistentes à *M. paranaensis* apresentaram em média taxa reprodutiva do nematoide no intervalo  $0,45 \leq FR \leq 0,99$ . As menores médias de FR, em ordem

crescente, foram atribuídas a *O. gratissimum* var. *gratissimum*, seguida de *O. gratissimum* var. *macrophyllum*, *M. x villosa* (Figura 2G) e *A. cepa* var. *aggregatum*.

As espécies medicinais imunes a *M. paranaensis* foram *A. verlotorum*, *B. trimera* (Figura 2H) e *L. alba*.

**Tabela 4.** Reação de vinte e uma espécies de plantas medicinais a *M. paranaensis*.

Nome Científico	Total de ovos e J2/planta	Massa fresca de raiz (g)	Ovos e J2/grama de raiz	<sup>1</sup> IG	<sup>2</sup> IMO	<sup>3</sup> FR	<sup>4</sup> Reação
<i>Aeolanthus suaveolens</i>	98962,50 a	5,32 a	18601,97 b	5,00	4,75	19,79 b	S
<i>Ocimum gratissimum</i> var. <i>macrophyllum</i>	2647,12 a	18,93 c	139,84 a	1,25	1,25	0,53 a	R
<i>O. gratissimum</i> var. <i>gratissimum</i>	2253,42 a	6,42 b	351,00 a	2,00	1,75	0,45 a	R
<i>O. basilicum</i> cf. 'columnar greek'	237810,00 d	27,92 d	8517,55 a	5,00	5,00	47,56 d	S
<i>O. x canum</i>	120758,33 b	15,52 c	7780,82 a	5,00	5,00	24,15 b	S
<i>O. selloi</i>	17128,33 a	4,77 a	3590,84 a	4,25	3,50	3,42 a	S
<i>Mentha x villosa</i>	3588,00 a	8,83 b	406,34 a	1,75	1,25	0,72 a	R
<i>M. arvensis</i>	149427,50 c	19,41 c	7698,48 a	5,00	5,00	29,88 c	S
<i>Allium cepa</i> var. <i>aggregatum</i>	4974,55 a	0,94 a	5292,07 a	3,00	3,75	0,99 a	R
<i>A. schoenoprasum</i>	5884,50 a	0,36 a	16345,83 b	3,25	3,00	1,18 a	S
<i>A. tuberosum</i>	24641,50 a	3,61 a	6825,90 a	4,25	4,25	4,93 a	S
<i>A. chinense</i>	9518,44 a	3,85 a	2472,32 a	3,75	3,50	1,90 a	S
<i>Artemisia verlotorum</i>	0,00 a	17,28 c	0,00 a	0,00	0,00	0,00 a	I
<i>Braccharis trimera</i>	0,00 a	2,19 a	0,00 a	2,00	0,00	0,00 a	I
<i>Chamomilla recutita</i>	40362,00 a	2,08 a	19404,81 b	5,00	4,50	8,07 a	S
<i>Cymbopogon citratus</i>	10753,89 a	10,74 b	1001,29 a	3,50	3,00	2,15 a	S
<i>Chrysopogon zizanioides</i>	5354,00 a	7,12 b	751,97 a	1,50	1,50	1,07 a	S
<i>Cissus sicyoides</i>	227292,50 d	11,23 b	20239,76 b	5,00	5,00	45,46 d	S
<i>Lippia alba</i>	0,00 a	11,54 b	0,00 a	0,00	0,00	0,00 a	I
<i>Vitex agnus castus</i>	146274,44 b	20,97 c	6975,41 a	5,00	5,00	29,25 c	S
<i>Pfaffia glomerata</i>	105329,44 c	17,37 c	6063,87 a	5,00	5,00	21,06 b	S
<i>Solanum lycopersicum</i>	135810,00 c	24,09 d	5637,61 a	5,00	5,00	27,16 c	S
CV (%)	20,06	15,58	33,30			16,58	

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste Scott-Knott a 5%. Para a análise, os dados originais foram transformados em  $\sqrt{x+1}$ .

<sup>1</sup>Índice de galhas de acordo com Taylor & Sasser (1978);

<sup>2</sup>Índice de massa de ovos de acordo com Taylor & Sasser (1978);

<sup>3</sup>Fator de Reprodução (FR=Pi/Pf) (Oostenbrink, 1966);

<sup>4</sup>Classificação de Oostenbrink (1966). S: Suscetível (FR>1); R: Resistente (FR<1); I: Imune (FR = 0).

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. Reação de plantas medicinais a *Meloidogyne* spp.

*Artemisia verlotorum* e *B. trimera* comportaram-se como imunes tanto para *M. enterolobii* quanto para *M. paranaensis*. Em estudo realizado por Martins (2018), *Artemisia vulgaris* apresentou resistência a *M. javanica* e *M. incognita*.

*Vitex agnus castus* impediu a reprodução de *M. enterolobii* e também foi classificada como imune a este nematoide, porém, apresentou um alto fator de reprodução para *M. paranaensis*. Além disso, *M. incognita* foi associada a galhas nesta planta nos Estados Unidos (Nemec, 1964).

Os exsudatos radiculares de espécies más hospedeiras tem ação na mobilidade e eclosão dos nematoides, além de poderem prejudicar a divisão celular do patógeno dentro do ovo (Douda *et al.*, 2010). Na Grécia, o óleo essencial retirado dos frutos de *V. agnus castus* foi testado para controle de *M. incognita*, porém obteve um baixo efeito nematicida (Ntalli *et al.*, 2010). Estudos com extrato aquoso de *B. trimera* não mostraram potencial nematicida a *M. javanica* (Gardiano *et al.*, 2009; Marcondes *et al.*, 2015). No entanto, Martins & Santos (2016) afirmaram que o extrato de *A. verlotorum* apresenta efeito nematicida e nematostático elevados em *M. incognita* raça 2.

As gramíneas *C. citratus* (FR = 0,02) e *C. zizanioides* (FR = 0,00), classificadas como resistente e imune respectivamente, foram eficientes em reduzir ou impedir a reprodução de *M. enterolobii*, havendo pouca diferença no fator de reprodução entre as duas espécies. No entanto, essas plantas apresentaram suscetibilidade a *M. paranaensis*. Esse resultado para *M. paranaensis* difere do resultado obtido por Stroze (2013), no qual *C. citratus* foi classificada como resistente a *M. javanica* e *M. paranaensis*. Essa diferença de reação é comum em trabalhos com *Meloidogyne* spp. (Mendonça, 2017) e pode ser explicada pela variabilidade genética das plantas e das populações dos nematoides utilizadas em cada estudo, além das metodologias utilizadas e das condições ambientais experimentais (Soares, 2018).

De acordo com Moreira e colaboradores (2017), *C. citratus* é imune a *M. incognita* raça 2. Da mesma forma, *C. zizanioides* mostrou-se imune a *M. arenaria*, *M. incognita* (populações B1 e B2), *M. javanica* e *M. hapla* na Austrália (West, *et al.*,1996).

*Lipia alba* comportou-se como resistente a *M. enterolobii* (FR = 0,83). Porém, este resultado é contrário ao descrito por Martins (2018), no qual esta planta apresentou suscetibilidade a *M. enterolobii* (FR = 17,31). Para *M. paranaensis*, *L. alba* comportou-se como imune, impedindo a sua reprodução. Esse resultado se aproxima do encontrado por Mônico e colaboradores (2011), no qual *L. alba* apresentou um baixo fator de reprodução (FR = 0,05), sendo classificada como resistente.

*Mentha x villosa* e *M. arvensis* apresentaram altos valores de FR, tendo sido classificadas como suscetíveis a *M. enterolobii*. Martins (2018) também constatou a suscetibilidade de *M. arvensis* a *M. enterolobii*, que apresentou um FR = 20,16, superior ao encontrado neste trabalho (FR = 11,36).

Para *M. paranaensis*, *M. arvensis* foi classificada como suscetível possuindo alto FR, porém, *Mentha x villosa* apresentou poucas galhas e massas de ovos e FR < 1, sendo classificada como resistente.

Na Índia, *M. arvensis* é afetada drasticamente por *M. incognita* (Pandey, 2005). Segundo (Thakur, 2014), *M. arvensis* quando infectada por *M. incognita* apresentam decréscimo significativo do teor de clorofila b e do total de clorofila em plantas com densidade de inóculo a partir de 10 nematoides por planta, e o decréscimo do teor de clorofila a partir de 100 nematoides por planta, prejudicando a fotossíntese e a produtividade dessa cultura.

Das alfavacas inoculadas com *M. enterolobii*, apenas *O. selloi* mostrou-se resistente. *O. gratissimum* var. *gratissimum* e *O. gratissimum* var. *macrophyllum*, favorecem a multiplicação de *M. enterolobii*, sendo classificadas como suscetíveis ao nematoide. Apesar da suscetibilidade, a taxa reprodutiva em *O. gratissimum* var. *macrophyllum* (FR = 2,59) foi bem inferior à produzida em *O. gratissimum* var. *gratissimum* (FR = 11,09), o que demonstra

variabilidade genética intraespecífica em *O. gratissimum*, a qual interferiu na reprodução do nematoide.

Entre as alfavacas estudadas, apenas *O. selloi* apresentou suscetibilidade a *M. paranaensis*, sendo *O. gratissimum* var. *macrophyllum* e *O. gratissimum* var. *gratissimum* classificadas como resistentes. Um estudo com dez plantas de uso medicinal avaliou a hospedabilidade dessas plantas a *M. incognita* raça 2, e verificaram resistência no acesso de *O. gratissimum* ao nematoide (Moreira *et al.*, 2017).

As espécies *A. chinense* e *A. tuberosum* foram classificadas como suscetíveis a *M. enterolobii*. No entanto, não houve diferença estatística em relação ao fator de reprodução entre elas e as plantas classificadas como resistentes ou imunes ao nematoide. Já *A. cepa aggregatum* e *A. schoenoprasum* foram classificadas como resistentes.

Os resultados do parasitismo das aliáceas por *M. paranaensis* apontaram *A. cepa aggregatum* como única resistente dentro deste grupo. Apesar de ter sido classificada como resistente, a taxa média de reprodução do nematoide (FR = 0,99) para essa espécie ficou no limite da classificação de Oostenbrink (1966), indicando que outras populações do nematoide devem ser testadas com outros acessos de *A. cepa* para a confirmação deste resultado.

De acordo com Green (2018), as principais espécies de *Meloidogyne* que afetam plantas do gênero *Allium* são *M. hapla*, *M. exigua*, *M. incognita*, *M. javanica* e *M. thamesi*. Ainda segundo o mesmo autor, além das raízes, esses nematoides também podem infectar outros tecidos da planta que estiverem em contato com o solo. No Brasil, Dias-Arieira e colaboradores (2012) relataram que *A. tuberosum* e *A. schoenoprasum* apresentaram resistência quando desafiadas com *M. incognita* ou *M. javanica*. No entanto, Kim & Lee (2008) apontaram *M. incognita* como uma das causas do declínio de *A. tuberosum* na Coreia.

Apesar da baixa taxa reprodutiva de *M. enterolobii* em *P. glomerata*, essa espécie medicinal apresentou muitas galhas em seu sistema radicular (IG = 4,75), porém com produção de massas de ovos variando de elevada a baixa ou mesmo ausente nas diferentes repetições

inoculadas. Como a propagação desta planta é realizada por estaquia, a causa provável desta variabilidade é devido à utilização de estacas oriundas de acessos diferentes.

Mendonça *et al.* (2017), em estudo de hospedabilidade de plantas medicinais a *M. paranaensis*, constataram que *P. glomerata* é altamente suscetível às duas populações de *M. paranaensis* (EST P1 e EST P2), confirmando os resultados obtidos neste trabalho.

*Cissus sicyoides* destacou-se como a espécie medicinal que permitiu o maior FR dentre todas as espécies medicinais desafiadas com *M. enterolobii*, além de ser a espécie que apresentou o segundo maior FR para *M. paranaensis*, ficando atrás apenas de *O. basilicum* cf. ‘Columnar Greek’. Trata-se do primeiro relato da hospedabilidade de *C. sicyoides* a *M. enterolobii* e *M. paranaensis*.

A suscetibilidade de *O. basilicum* cf. ‘Columnar Greek’ e *Ocimum x canum* a *M. enterolobii* e *M. paranaensis* relatadas neste estudo, corroboram com resultados anteriores obtidos por Martins (2018), Mônaco *et al.* (2011) e Silva *et al.* (2016), este último sendo o primeiro relato de *M. enterolobii* em áreas de produção comercial destas medicinais no Brasil.

*Chamomilla recutita* também foi classificada como suscetível a *M. enterolobii*, sendo o primeiro relato do parasitismo desse nematoide a essa hospedeira. Martins (2018) relatou a suscetibilidade de *C. recutita* a *M. javanica*, contrastando com o resultado obtido por Baida *et al.* (2011) que definiram *C. recutita* como resistente a *M. javanica* e suscetível a *M. incognita*. Nesse estudo, *C. recutita* foi classificada como suscetível a *M. paranaensis*, diferindo do resultado obtido por Mônaco *et al.* (2011), onde mostrou-se resistente ao nematoide.

Apesar de possuir menor média de volume de raiz dentre as plantas suscetíveis a *M. enterolobii*, *A. suaveolens* apresentou elevado FR, atestando que mesmo com sistema radicular reduzido, possui grande capacidade de reprodução do nematoide. *Meloidogyne paranaensis* também foi eficiente no parasitismo de *A. suaveolens*. Assim como para *C. sicyoides*, também não foram encontrados relatos de reação de *A. suaveolens* a qualquer nematoide na literatura.

## 6. CONCLUSÕES

Apresentaram suscetibilidade a *M. enterolobii* as espécies *A. suaveolens*, *O. gratissimum* var. *macrophyllum*, *M. x villosa*, *M. arvensis*, *O. x canum*, *O. basilicum* cf. 'Columnar Greek', *O. gratissimum* var. *gratissimum*, *A. tuberosum*, *A. chinense*, *C. recutita* e *C. sicyoides* e foram resistentes *O. selloi*, *A. schoenoprasum*, *A. cepa aggregatum*, *C. citratus*, *L. alba* e *P. glomerata*.

Para *M. paranaensis*, *A. suaveolens*, *M. arvensis*, *O. x canum*, *O. basilicum* cf. 'Columnar Greek', *O. selloi*, *A. schoenoprasum*, *A. tuberosum*, *A. chinense*, *C. recutita*, *C. citratus*, *C. zizanioides*, *C. sicyoides*, *V. agnus castus* e *P. glomerata* foram classificadas como suscetíveis e como resistentes: *O. gratissimum* var. *macrophyllum*, *M. x villosa*, *O. gratissimum* var. *gratissimum* e *A. cepa aggregatum*.

*Artemisia verlotorum* e *B. trimera* foram imunes a ambas as espécies de *Meloidogyne*. *Chrysopogon zizanioides* e *V. agnus castus* apresentaram imunidade a *M. enterolobii* e *L. alba* a *M. paranaensis*.

Apenas *A. cepa aggregatum* foi resistente a ambas as espécies de *Meloidogyne*, porém, apresentou valor de FR para *M. paranaensis*, muito próximo ao limite da classificação entre plantas suscetíveis e plantas resistentes. Estudos futuros devem ser feitos para confirmação deste resultado.

*Pfaffia glomerata*, quando inoculada com *M. enterolobii*, apresentou resultados contraditórios e estudos futuros com esse patossistema devem ser feitos para confirmação dos acessos suscetíveis e resistentes a este patógeno.

As espécies medicinais *A. suaveolens*, *M. arvensis*, *Ocimum x canum*, *O. basilicum* cf. 'Columnar Greek', *A. tuberosum*, *A. chinense*, *C. recutita* e *C. sicyoides* foram comumente suscetíveis a *M. enterolobii* e *M. paranaensis* e recomenda-se que se evite a utilização delas,

tanto para produção, quanto para a rotação de culturas em áreas com a presença destes patógenos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-SNAFI, A. E. 2016. Pharmacology and toxicology of *Conium maculatum* - A review. The Pharmaceutical and Chemical Journal, 3:136-142.
- ALONSO, J.R. 1998. Tratado de fitomedicina: bases clínicas y farmacológicas. ISIS. Ediciones SRL, p.238-254.
- AMORIM L.L.S. 2009. Saúde e meio ambiente- Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde - atitude e ampliação do acesso: uma questão de direito. Dissertação de Mestrado. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, Brasil.
- ANDRADE, S.F.; CARDOSO, L.G.V.; CARVALHO, J.C.T. & BASTOS, J.K. 2007. Anti-inflammatory and antinociceptive activities of extract, fractions and populnoic acid from bark wood of *Austroplenckia populnea*. Journal of Ethnopharmacology, 109:464-471.
- ANVISA. 2019. Medicamentos fitoterápicos e plantas medicinais. Site: <http://portal.anvisa.gov.br/fitoterapicos> . Consultado em: 13/07/2019.
- BAH, A. A.; WANG, F.; HUANG, Z.; SHAMSI, I.H.; ZHANG, Q.; JILANI, G.; HUSSAIN, S.; HUSSAIN, N. & ESSA, A. 2012. Phyto-characteristics, cultivation and medicinal prospects of Chinese Jiaotou (*Allium chinense*). International Journal of Agriculture and Biology, 14:650-657.
- BAIDA, F.C.; SANTIAGO, D.C.; VIDAL, L.H.I.; BAIDA, L.C. & STROZE, C.T. 2011. Medicinal plants' hosting ability for nematode *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. Nematotropica, 41: 150-153.
- BALUNAS, M.J. & KINGHORN, A.D. 2005. Drug discovery from medicinal plants. Life sciences, 78:431-441.
- BARA, M.T.F. & VANETTI, M.C.D. 1998. Estudo da atividade antibacteriana de plantas medicinais, aromáticas e corantes naturais. Revista Brasileira de Farmacognosia, 7:22-34.

BARBOSA, A.M. 2012. Estudo farmacológico de extratos secos padronizados de folhas de *Picrolemma sprucei* Hook coletadas na Amazônia Ocidental. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Brasil.

BERTHOU, F.; KOUASSI, A.; BOSSIS, M.; DANTEC, J. P.; EDDAOUDI, M.; FERJI, Z.; PELLÉ, R.; TAGHZOUTI, M.; ELLISSÈCHE, D. & MUGNIÉRY, D. 2003. Enhancing the resistance of the potato to Southern root-knot nematodes by using *Solanum sparsipilum* germplasm. *Euphytica*, 132: 57-65.

BLOK, V.; FARGETTE, M.; WISHART, J.; PHILLIPS, M. & BERTHIER, K. 2002. Mitochondrial DNA differences distinguishing *Meloidogyne mayaguensis* from the major species of tropical root-knot nematodes. *Nematology*, 4: 773-781.

BRAGA, C.M. 2011. Histórico da utilização de plantas medicinais. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Consórcio Setentrional de Educação a Distância. Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Goiás, Brasília, Brasil.

BRASIL. 2009. Programa nacional de plantas medicinais e fitoterápicos. [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa\\_nacional\\_plantas\\_medicinais\\_fitoterapicos.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa_nacional_plantas_medicinais_fitoterapicos.pdf). Consultado em 12/06/2019.

BRASIL. 2011. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação Nacional de Práticas Integrativas e Complementares. Práticas Integrativas e Complementares no SUS: Relatório de Gestão 2006/2010. Brasília, DF. Ministério da Saúde. Site: [http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/rel\\_gestao2010\\_final.pdf](http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/rel_gestao2010_final.pdf). Consultado em 10/06/2019.

BRASIL. 2012. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica/Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde. Site: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/praticas\\_integrativas\\_complementares\\_plantas\\_medicinais\\_cab31.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/praticas_integrativas_complementares_plantas_medicinais_cab31.pdf). Consultado em 21/06/2019.

BRASIL. 2016. Uso de plantas medicinais e fitoterápicos sobe 161%. Site: <http://www.brasil.gov.br/noticias/saude/2016/06/uso-de-plantas-medicinais-efitoterapicos-sobe-161> . Consultado em 28/06/2019 . Consultado em 22/06/2019

BRASIL. 2019. Nota Técnica Nº 100/2019-CGAFB/DAF/SCTIE/MS. [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1762827](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1762827) . Consultado em 22/06/2019.

BRITO, J.; POWERS, T.O.; MULLIN, P.G.; INSERRA, R.N. & DICKSON, D.W. 2004. Morphological and molecular characterization of *Meloidogyne mayaguensis* isolates from Florida. *Journal of Nematology*, 36:232-240.

BRITO, J.A.; STANLEY, J.D.; KAUR, R., CETINTAS, R.; DI VITO, M.; THIES, J.A. & DICKSON, D.W. 2007. Effects of the Mi-1, N and Tabasco genes on infection and reproduction of *Meloidogyne mayaguensis* on tomato and pepper genotypes. *Journal of Nematology*, 39(4): 327-232.

BUENO, M.J.A.; MARTÍNEZ, B.B. & BUENO, J.C. 2016. Manual de Plantas Medicinais e Fitoterápicos Utilizados na Cicatrização de Feridas. Univás. Pouso Alegre - MG 136p.

CALDERONI, M.F.; MARTINELLI, P.R.P.; SANTANA, F.R.C.; VASCONCELOS, A.S.; AZEVEDO, T. S. & SANTOS, R.S. 2017. Susceptibilidade de plantas medicinais ao nematoide-das-galhas *Meloidogyne javanica* (Treub). In: Embrapa Acre-Resumo em anais de congresso (ALICE). Caderno de Ciência e Tecnologia, Rio Branco, Acre. p.57-58.

CARNEIRO, F.M.; SILVA, M.J.P.D.; BORGES, L.L.; ALBERNAZ, L.C. & COSTA, J.D.P. 2014. Tendências dos estudos com plantas medicinais no Brasil. *Rev Sapiê: Soc Sab Prát Educ*, 3:44-75.

CARNEIRO, R.G. 1993. Fitonematoides na cafeicultura paranaense: situação atual. In: XXVII Congresso Brasileiro de Nematologia, 17: 42-44.

CARNEIRO, R.M.D.G.; ALMEIDA, M.R.A. & QUÉNÉHERVÉ, P. 2000. Enzyme phenotypes of *Meloidogyne* spp. isolates. *Nematology*, 2:645-654.

- CARNEIRO, R.M.D.G. & ALMEIDA, M.R.A. 2001. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. *Nematologia Brasileira*, 25:35-44.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; CARNEIRO, R.G.; ABRANTES, I.D.O.; SANTOS, M.D.A. & ALMEIDA, M.R.A. 1996. *Meloidogyne paranaensis* n. sp. (Nemata: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing coffee in Brazil. *Journal of Nematology*, 28: 177-189.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; CIROTTO, P.A.; QUINTANILHA, A.P.; SILVA, D.B. & CARNEIRO, R.G. 2007. Resistance to *Meloidogyne mayaguensis* in *Psidium* spp. accessions and their grafting compatibility with *P. guajava* cv. Paluma. *Fitopatologia Brasileira* 32: 281-284.
- CARNEIRO, R.M.D.G; MOREIRA, W. A.; ALMEIDA, M. R.A & GOMES, A. C. M.M. 2001. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. *Nematologia Brasileira*, 25: 223-228.
- CASTRO, J. D. C.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A.; NAVES, R. D. L.; ANDRADE JÚNIOR, W. C.; DUTRA, M. R.; COIMBRA J.L.; MAXIMINIANO C. & SILVA, J. R. C. (2008). Levantamento de fitonematóides em cafezais do Sul de Minas Gerais. *Nematologia Brasileira*, 32:56-64.
- CASTRO, J.M.; NAVES, R.L. & CAMPOS, V.P. 2003. Ocorrência de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Fitopatologia Brasileira*, 28:565.
- CETINTAS, R.; BRITO, J.A. & DICKSON, D.W. 2008. Virulence of four Florida isolates of *Meloidogyne mayaguensis* to selected soybean genotypes. *Nematropica*, 38:127-136.
- CHOU, S.T.; LAI, C.P.; LIN, C.C. & SHIH, Y. 2012. Study of the chemical composition, antioxidant activity and anti-inflammatory activity of essential oil from *Vetiveria zizanioides*. *Food Chemistry*, 134:262-268.

COLLANGE, B.; NAVARRETE, M.; PEYRE, G.; MATEILLE, T. & TCHAMITCHIAN, M. 2011. Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: The challenge of an agronomic system analysis. *Crop Protection*, 30:1251-1262.

CORREA JÚNIOR, C.; MING L.C. & SCHEFFER M.C. 1991. Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas. Emater, Curitiba (PR), p.162.

COSTA, C.S.R.; COSTA, A.E.S.; SANTOS, A.M.M.; PEREIRA, J.W.L.; CARVALHO, R. R.D.C. & CARVALHO FILHO, J.L.S. 2019. Current Status of the occurrence and reaction root-knot nematodes in the main botanical families of medicinal plants. *Journal of Experimental Agriculture International*, 32:1-21.

COSTA, M.A.D. & DONI FILHO, L. 2002. Aspectos do processo de produção agrícola na cultura da Camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] no município de Mandirituba-Paraná. *Visão Acadêmica*, Curitiba, 3:49-56.

CURTIS, R.H.C.; FOREST, R.A. & PERRY, R.N. 2009. Hatch and host location. *In*: Perry, R.N.; Moens, N.; & Starr, J.L. (eds). *Root-knot Nematodes*. CAB International, Wallingford, UK. p.139-162.

DAUGHERTY, C.G. 1995. The death of Socrates and the toxicology of hemlock. *Journal of Medical Biography*, 3:178-182.

DE LEY, P. & BLAXTER, M.L. 2002. Systematic position and phylogeny. *In*: Lee, D.L. (ed.) *The Biology of Nematodes*. Taylor & Francis, London, UK. p.1-30.

DE OLIVEIRA, L.S.; MUZITANO, M.F.; COUTINHO, M.A.S.; DE MELO, G.O. & COSTA, S.S. 2015. Plantas medicinais como recurso terapêutico em comunidade do entorno da Reserva Biológica do Tinguá, RJ, Brasil—metabólitos secundários e aspectos farmacológicos. *Inter Science Place*, 1:54-74.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; DA CUNHA, T.P.; CHIAMOLERA, F.M.; PUERARI, H.H.; BIELA, F. & SANTANA, S.D.M. 2012. Reaction of vegetables and aromatic plants to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. *Horticultura Brasileira*, 30:322-326.

DOUDA, O.; ZOUHAR, M.; MAZÁKOVÁ, J.; NOVÁKOVÁ, E. & PAVELA, R. 2010. Using plant essences as alternative mean for northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) management. Journal of pest science, 83:217-221.

EISENBERG, D.M.; DAVIS, R.B., ETTNER, S.L.; APPEL, S., WILKEY, S., VAN ROMPAY, M., & KESSLER, R. C. 1998. Trends in alternative medicine use in the United States, 1990-1997: results of a follow-up national survey. Jama, 280:1569-1575.

EISENBERG, D.M.; KESSLER, R.C.; FOSTER, C.; NORLOCK, F.E.; CALKINS, D.R. & DELBANCO, T.L. 1993. Unconventional medicine in the United States-prevalence, costs, and patterns of use. New England Journal of Medicine, 328:246-252.

ESBENSHADE, P.R. & TRIANTAPHYLLOU, A.C. 1985. Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. Journal of Nematology, 17:6-20.

ETHUR, L.Z.; JOBIM, J.C.; RITTER, J.G.; OLIVEIRA, G. & TRINDADE, B.S. 2011. Comércio formal e perfil de consumidores de plantas medicinais e fitoterápicos no município de Itaquí-RS. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 13:21-128.

FALCONE FERREYRA, M.L.; RIUS, S. & CASATI, P. 2012. Flavonoids: biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications. Frontiers in Plant Science, 3:1-15.

FARGETTE, M. & BRAAKSMA, R. 1990. Use of the esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 3. A study of some "B" race lines. Revue Nématol, 13:375-386.

FERREIRA, D.F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), 35:1039-1042.

FERREIRA, M.D.L. 2014. "Terpenos: potenciais agentes quimioterapêuticos obtidos de fontes naturais usados contra o câncer de pulmão". Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal da Paraíba. João pessoa, Brasil.

FREITAS, V.M.; SILVA, J.G.; GOMES, C.B.; CASTRO, J.M.; CORREA, V.R. & CARNEIRO, R.M. 2017. Host status of selected cultivated fruit crops to *Meloidogyne enterolobii*. European Journal of Plant Pathology, 148:307-319.

GARDIANO, C.G.; FERRAZ, S.; LOPES, E.A.; FERREIRA, P.A.; AMORA, D.X. & DE FREITAS, L.G. 2009. Avaliação de extratos aquosos de várias espécies vegetais, aplicados ao solo, sobre *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. Semina: Ciências Agrárias, 30:551-556.

GÖLDI, E.A., 1887. Relatório sobre a moléstia do cafeeiro na Província do Rio de Janeiro. Arch . Mus. Nac. 8 : 7-123. Site: [http://obrasraras.sibi.usp.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1108/S-139134\\_COMPLETO.pdf?sequence=2](http://obrasraras.sibi.usp.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1108/S-139134_COMPLETO.pdf?sequence=2). Consultado em 12/06/2019.

GOMES, A.C.M.M. 2006. Resistência e caracterização histológica de acessos de *Pfaffia glomerata* a *Meloidogyne incognita*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, Brasil.

GREEN, C.D. 2018. Nematode pests of *Allium* species. In: Rabinowitch, H.D & Brewster J.L. Onions and Allied Crops: Agronomy Biotic Interactions. CRC Press. Flórida, U.S. p.155-172.

GUOHUA, H.; YANHUA, L.; RENGANG, M.; DONGZHI, W.; ZHENGZHI, M. & HUA, Z. 2009. Aphrodisiac properties of *Allium tuberosum* seeds extract. Journal of Ethnopharmacology, 122:579-582.

HUSSEY, R.S. & BARKER, K.R. 1973. Comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. Plant Disease Reporter, 57:1025-1028.

VEIGA JUNIOR, V.F., PINTO, A.C. & MACIEL, M.A.M. 2005. Plantas medicinais: cura segura. Química nova, 28:519-528.

KAMEOKA, H.; IIDA, H.; HASHIMOTO, S. & MIYAZAWA, M. 1984. Sulphides and furanones from steam volatile oils of *Allium fistulosum* and *Allium chinense*. Phytochemistry, 23:155-158.

KARSSSEN, G.; LIAO, J.; KAN, Z.; VAN HEESE, E.Y. & DEN NIJS, L.J. 2012. On the species status of the root-knot nematode *Meloidogyne mayaguensis* Rammah & Hirschmann, 1988. ZooKeys, 181: 67-77.

KARSSSEN, G.; WESEMAEL, W. & MOENS, M. 2013. Root-knot nematodes. *In*: Perry R.N.; & Moens, M. Plant Nematology, 2nd edition. CAB International, Wallingford, UK. p.73-108.

KIM, D.G. & LEE, J.H. 2008. *Allium tuberosum*, a new host of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in Korea. Research in Plant Disease, 14:76-78.

LIMA, D.F.; PEREIRA, D.L.; FRANCISCON, F.F.; DOS REIS, C.; DA SILVA LIMA, V. & CAVALCANTI, P.P. 2014. Conhecimento e uso de plantas medicinais por usuários de duas unidades básicas de saúde. Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste, 15: 383-390.

LORENZI, H. & MATOS, F.J.A. 2002. Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. Instituto Plantarum – Nova Odessa – SP. p.512.

LUCENA, F.R.; ALMEIDA, E.R.; AGUIAR, J.S.; SILVA, T.G.; SOUZA, V.M. & NASCIMENTO, S.C. 2010. Cytotoxic, antitumor and leukocyte migration activities of resveratrol and sitosterol present in the hidroalcoholic extract of *Cissus sicyoides* L., Vitaceae, leaves. Revista Brasileira de Farmacognosia, 20:729-733.

MACIEL, M.A.M.; PINTO, A.C.; VEIGA, J.V.; GRYNBERG, N.F. & ECHEVARRIA, A. 2002. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. Química Nova, 25:429-438.

MACIEL, S.L. & FERRAZ, L.C.C.B. 1996. Reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 2 e de *Meloidogyne javanica* em oito espécies de plantas medicinais. Scientia Agricola, 53:232-236.

MARCHESE, J.A. & FIGUEIRA, G.M. 2005. O uso de tecnologias pré e pós-colheita e boas práticas agrícolas na produção de plantas medicinais e aromáticas. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 7: 86-96.

MARCONDES, M.M.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; MARCONDES, M.M.; FERREIRA, S.G.M. & FARIA, C.M.D.R. 2015. Diferentes extratos aquosos de plantas no tratamento de solo para o controle de *Meloidogyne javanica*. Revista de Ciências Agroveterinárias, 14:264-266.

- MARTINS, C.S.R. 2018. Hospedabilidade de plantas medicinais aos nematoides das galhas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Brasil.
- MARTINS, E.R.; CASALI, V.W.; BARBOSA, L.C. & CARAZZA, F. 1997. Essential oil in the taxonomy of *Ocimum selloi* Benth. Journal of the Brazilian Chemical Society, 8:29-32.
- MARTINS, M.D.C.B. & SANTOS, C.D.G. 2016. Ação de extratos de plantas medicinais sobre juvenis de *Meloidogyne incognita* raça 2. Revista Ciência Agronômica, 47:135-142.
- MENDONÇA, C.I.; MATTOS, J.K.A & CARNEIRO, R.M.D.G. 2017. hospedabilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne paranaensis*. Nematropica, 47:49-54.
- MESQUITA, F.L. 2016. Manejo de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira com produtos biológicos e manipueira. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, Brasil.
- MITKOWSKI N.A. & ABAWI G.S. 2003. Root-knot nematodes. The Plant Health Instructor. APS. [http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/Nematodes/Pages/Root\\_knotNematode.aspx](http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/Nematodes/Pages/Root_knotNematode.aspx). Consultado em 18/12/2018.
- MOENS, M.; PERRY, R.N. & STARR, J.L. 2009. *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important plant parasites. In: Perry, R.N., Moens, M. & Starr, J.L. Root-knot Nematodes. CAB International, Wallingford, UK. p.1-17.
- MÔNACO, A.P.D.A.; CARNEIRO, R.G.; KRANZ, W.M.; GOMES, J.C.; SCHERER, A. & SANTIAGO, D.C. 2009. Reação de espécies de plantas daninhas a *Meloidogyne incognita* raças 1 e 3, a *M. javanica* e a *M. paranaensis*. Nematologia Brasileira, 33:235-242.
- MÔNACO, A.P.D.A.; CARNEIRO, R.G.; SCHERER, A. & SANTIAGO, D.C. 2011. Hospedabilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne paranaensis*. Nematologia Brasileira, 35:46-49.
- MOREIRA, F.J.C.; SANTOS, C.D.G.; SILVA, G.S. & INNECCO, R. 2017. Hospedabilidade de plantas ornamentais e medicinais ao nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*) raça 2. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 12:701-711.

- MOREIRA, W.A.; BARBOSA, F.R; PEREIRA, A.V.S; MAGALHÃES, E.E. & CARNEIRO, R.M.D.G. 2003. Subsídios ao manejo integrado de nematoide-das-galhas em goiabeira no Submédio do Vale do São Francisco, Brasil. *In: Primer Simposio Internacional de la Gayaba. Aguascaliente, México*, 8 a 11 de Dezembro de 2003. p. 233-243.
- MOURA, R.M. & MOURA, A.M. 1989. Meloidoginose da goiabeira: doença de alta severidade no Estado de Pernambuco, Brasil. *Nematologia Brasileira*, 13:13-19.
- NEMEC, S. 1964. Reaction and host-parasite relations of certain woody ornamental plants to *Meloidogyne incognita*. PhD. Thesis. Oklahoma State University. Stillwater – USA.
- NTALLI, N.G.; FERRARI, F.; GIANNAKOU, I. & MENKISSOGLU-SPIROUDI, U. 2010. Phytochemistry and nematocidal activity of the essential oils from 8 Greek Lamiaceae aromatic plants and 13 terpene components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 7856-7863.
- OOSTENBRINK, M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mendelingen Landbouwhogeschool Wageningen*, 66:1-46.
- ORION, D. & KRITZMAN, G. 1991. Antimicrobial activity of *Meloidogyne javanica* gelatinous matrix. *Revue de Nématologie*, 14:481-483.
- PANDEY, A., PANDEY, R., NEGI, K. S. & RADHAMANI, J. 2008. Realizing value of genetic resources of Allium in India. *Genetic resources and crop evolution*, 55:985-994.
- PANDEY, R. 2005. Field application of bio-organics in the management of *Meloidogyne incognita* in *Mentha arvensis*. *Nematologia Mediterranea*, 33:51-54.
- PARK, S. D.; KIM, J. C. & KHAN, Z. 2004. Host status of medicinal plants for *Meloidogyne hapla*. *Nematropica*, 1:39-44.
- PEREIRA, A.V.; DE ALMEIDA, T.C.; BELTRAME, F.L.; COSTA, M.E. & GARRIDO, L. H. 2009. Determinação de compostos fenólicos em amostras comerciais de chás verde e preto-*Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, 31:119-124.

PERRY, R.N. 1997. Plant signals in nematode hatching and attraction. *In*: Fenoll, C.; Grundler, F.M.W.; Ohl S.A (eds). Cellular and molecular aspects of plant-nematode interactions. Springer, Dordrecht, NL. p. 38-50.

PETRONILHO, S.; MARASCHIN, M.; DELGADILLO, I.; COIMBRA, M.A. & ROCHA, S.M. 2011. Sesquiterpenic composition of the inflorescences of Brazilian chamomile (*Matricaria recutita* L.): Impact of the agricultural practices. *Industrial Crops and Products*, 34:1482-1490.

PINHEIRO, J.B.; CARVALHO, A.D.F.; PEREIRA, R.B. & RODRIGUES, C.S. 2014. Nematoides na cultura do alho e cebola. Embrapa. Brasília. Circular Técnica 130.

RAMMAH, A. & HIRSCHMANN, H. 1988. *Meloidogyne mayaguensis* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode from Puerto Rico. *Journal of Nematology*, 20:58-69.

RICH, J.R.; BRITO, J.A.; KAUR, R. & FERRELL, J.A. 2009. Weed species as hosts of *Meloidogyne*: a review. *Nematropica*, 39:157-185.

RODRIGUES, W. 2016. Competitividade e mudança institucional na cadeia produtiva de plantas medicinais no Brasil. *Interações (Campo Grande)*, 17:267-277.

ROESE, A.D. & OLIVEIRA, R.D.L. 2004. Capacidade reprodutiva de *Meloidogyne paranaensis* em espécies de plantas daninhas. *Nematologia Brasileira*, 28:137-141.

ROESE, A.D.; OLIVEIRA, R.D.L. & LANES, F.F. 2004. Reação de cultivares de soja (*Glycine max* L. Merrill) a *Meloidogyne paranaensis*. *Nematologia Brasileira*, 28: 131-135.

SANSON, A.D. 2009. Morfologia, produção de biomassa e caracterização química do óleo essencial de seis acessos de *Ocimum* spp. comercializados em Salvador (BA) e Brasília (DF). Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, Brasil.

SANTOS, J.M. & TRIANTAPHYLLOU, H.H. 1992. Determinação dos fenótipos isoenzimáticos e estudos comparativos da morfologia de 88 populações de *Meloidogyne* spp., parasitas do cafeeiro. *Nematologia Brasileira*, 16:88.

SHITAN, N. 2016. Secondary metabolites in plants: transport and self-tolerance mechanisms. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 80:1283-1293.

SILVA, C.M.L.; SANTOS, C.D.G. & SILVA, G.S. 2016. Espécies de *Meloidogyne* associadas a vegetais em microrregiões do estado do Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, 47:710-719.

SIMIONATTO, E.; PORTO, C.; STÜKER, C.Z; DALCOL, I.I & SILVA, U.F.D. 2007. Composição química e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Aeolanthus suaveolens* Mart. ex Spreng. *Química Nova*, 30:1923-1925.

SOARES, R.S.; SILVA, E.H.C.; VIDAL, R.L.; CANDIDO, W.D.S.; FRANCO, C.A.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. & BRAZ, L.T. 2018. Response of *Capsicum annuum* L. var. *annuum* genotypes to root-knot nematode infection. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 78:78-85.

SUBBOTIN, S. A. 2018. Recombinase polymerase amplification assay for rapid detection of the root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii*. *Nematology*, 21: 243-251.

ŠTAJNER, D.; ČANADANOVIĆ-BRUNET, J. & PAVLOVIĆ, A. 2004. *Allium schoenoprasum* L., as a natural antioxidant. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 18:522-524.

STOJKOVIĆ, D.; SOKOVIĆ, M.; GLAMOČLIJA, J.; DŽAMIĆ, A.; ĆIRIĆ, A.; RISTIĆ, M. & GRUBIŠIĆ, D. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of *Vitex agnus-castus* L. fruits and leaves essential oils. *Food Chemistry*, 128:1017-1022.

STROZE, C.T. 2013. Resistência de plantas medicinais a *Meloidogyne javanica* e *M. paranaensis*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, Brasil.

TAYLOR, D.T. & SASSER, J.N. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (*Meloidogyne* species). Coop. Publ. Dept. Plant Pathology, North Carolina State University Graphics, Raleigh, NC, 111 p.

- TERRA, W.C.; DE LIMA SALGADO, S.M.; DOS REIS FATOBENE, B.J. & CAMPOS, V.P. 2019. Expanded geographic distribution of *Meloidogyne paranaensis* confirmed on coffee in Brazil. *Plant Disease*, 103:589-589.
- THAKUR, S.K. 2014. Effect of *Meloidogyne incognita* on chlorophyll, carotenoid content and physiological function of *Mentha arvensis*. *Agricultural Science Digest*, 34:219-222.
- TOCMO, R.; LIN, Y.; & HUANG, D. 2014. Effect of processing conditions on the organosulfides of shallot (*Allium cepa* L. *aggregatum* Group). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62:5296-5304.
- TÔRRES, A.R.; OLIVEIRA, R.A.G.D.; DINIZ, M.F.F.M., & ARAÚJO, E.C. 2005. Estudo sobre o uso de plantas medicinais em crianças hospitalizadas da cidade de João Pessoa: riscos e benefícios. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 15:373-80.
- VAN DER FITS, L.; & MEMELINK, J. 2000. ORCA3, a jasmonate-responsive transcriptional regulator of plant primary and secondary metabolism. *Science*, 289: 295-297.
- VASU, K.; GOUD, J.V.; SURYAM, A. & CHARYA, M.S. 2009. Biomolecular and phytochemical analyses of three aquatic angiosperms. *African Journal of Microbiology Research*, 3:418-421.
- VICENTE, O. & BOSCAIU, M. 2018. Flavonoids: antioxidant compounds for plant defence... and for a healthy human diet. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46:14-21.
- VIEIRA, R.F.; GRAYER, R.J.; PATON, A. & SIMON, J.E. 2001. Genetic diversity of *Ocimum gratissimum* L. based on volatile oil constituents, flavonoids and RAPD markers. *Biochemical Systematics and Ecology*, 29:287-304.
- VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R. & WEBER, G. E. B. 2010. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. Embrapa Clima Temperado. Pelotas – RS. Documentos, 316.
- YADAV, R.N.S. & AGARWALA, M. 2011. Phytochemical analysis of some medicinal plants. *Journal of Phytology*. 3: 10-14.

YANG, B. & EISENBACK, J.D. 1983. *Meloidogyne enterolobii* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing pacara earpod tree in China. *Journal of Nematology*, 15:381-391.

WALKER, J. T. 1995. Garden herbs as hosts for southern root-knot nematode [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, race 3]. *HortScience*, 30:292-293.

WEST, L.; STERLING, G. & TRUONG, P.N.V. 1996. The Vetiver Network Newsletter, 20:36.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2002. Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2002-2005 (No. WHO/EDM/TRM/2002.1). Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Site: <https://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s2299s/s2299s.pdf> . Consultado 25/05/2019.