

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-MELHORAMENTO
GENÉTICO DE PLANTAS**

CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS

**HOSPEDABILIDADE DE PLANTAS MEDICINAIS AOS NEMATÓIDES DAS
GALHAS**

**Recife-PE
Julho de 2018**

CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS

**HOSPEDABILIDADE DE PLANTAS MEDICINAIS AOS NEMATOIDES DAS
GALHAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Melhoramento Genético de

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Orientador: Prof. Dr. Jose Luiz Sandes de Carvalho Filho

Coorientadora: Prof^a. Dr^a Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho

Coorientadora: Dr^a Jacqueline Wanessa de Lima Pereira

Recife-PE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

M386h Martins, Cristina dos Santos Ribeiro
 Hospedabilidade de plantas medicinais aos nematoides das
 galhas / Cristina dos Santos Ribeiro Martins. - 2018.
 104 f. : il.

 Orientador: Jose Luiz Sandes de Carvalho Filho.
 Coorientadoras: Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho,
 Jaqueline Wanessa de Lima Pereira.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
 Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Agronomia –
 Melhoramento Genético de Plantas, Recife, BR-PE, 2018.
 Inclui referências.

 1. Meloidogyne 2. Nematoda em plantas 3. Parasitismo
 I. Carvalho Filho, Jose Luiz Sandes de, orient. II. Carvalho, Rejane
 Rodrigues da Costa e, coorient. III. Pereira, Jacqueline Wanessa de
 Lima, coorient. IV. Título

CDD 581.1

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Melhoramento Genético de
Plantas

HOSPEDABILIDADE DE PLANTAS MEDICINAIS AOS NEMATOIDES DAS
GALHAS

Cristina dos Santos Ribeiro Martins

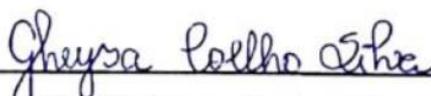
Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em: 31/07/2018.

Orientador:

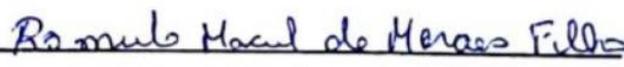


Prof. Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho
(UFRPE/DEPA)

Examinadores:



Prof. Dr. Gheysa Coelho Silva
(UFRPE/DEPA)



Dr. Rômulo Maciel de Moraes Filho
(PNPD/UFRPE)

Dedico:

Á uma das pessoas mais importantes da minha vida: Antonio Elton da Silva Costa. Por me inspirar e me fazer querer ser uma pessoa melhor. Você está em cada parágrafo, em cada frase, em cada traço de tinta. Serão por você, e para você, todas as minhas conquistas.

Ofereço:

Á meus pais Antonio e Lucimar, pela educação a mim conferida, pelo amor, carinho e compreensão. Amo vocês mais que a própria vida.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não é o resultado apenas de um esforço individual. Ele nasce de significativas contribuições que recolhi durante minha vida acadêmica e pessoal ao lidar com pessoas que foram fundamentais a essa construção. Consciente de que é impossível listar todos que de uma forma ou de outra me acrescentaram conhecimentos e experiências essenciais à forma de ver o mundo e nele atuar preciso expressar meu agradecimento:

Primeiramente à Deus, por minha vida, e por me dar forças em todos os momentos. Só ele conhece o coração e a mente de cada um de nós.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco através do curso de Pós-Graduação em Agronomia – Melhoramento Genético de Plantas, por me proporcionar aprendizado e ensino com qualidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE, pela concessão das bolsas de Iniciação Científica.

Ao Professor Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho pela oportunidade, experiência e sabedoria em todos os momentos, por sua paciência e disponibilidade em passar seus conhecimentos, exemplo de profissional e professor.

À Prof.^a Dr.^a Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho, pela coorientação, por sua amizade, seus conselhos, por seu apoio, exemplo de profissional e pessoa.

Ao Professor Dr. Edson Ferreira da Silva, pelos ensinamentos, sabedoria, e disponibilidade em ajudar.

Ao Professor Dimas Menezes, um dos profissionais mais espetaculares que tive a honra de conhecer, grande exemplo a ser seguido.

À Prof.^a Dr.^a Gheysa Coelho Silva, que me acompanha desde a graduação, sempre disposta há oferecer seu tempo e conhecimento aos alunos.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Melhoramento Genético de Plantas que transmitiram seus conhecimentos profissionais e de vida, que se tornaram amigos e conselheiros ao longo do curso, exemplos de dignidade e amor ao ofício.

Aos meus pais Antonio e Lucimar, pela educação a mim conferida, pelo amor, carinho e compreensão. Amo vocês mais que a própria vida.

À toda minha família, em especial às minhas irmãs: Aline, Amanda e Caroline, por todo amor e carinho, pelo apoio incondicional em minhas decisões, pelo companheirismo, e por sempre estarem ao meu lado.

À Ana Maria Maciel dos Santos, por sua amizade e carinho.

Aos colegas da Pós-Graduação: Adonis, Kleyton Danilo, Fabian, Stella, João, Vinicius, Vanessa, Bianca, Gersia, Djayran, Kelly, Joelson, Ana Maria, Islan, Fernando, Dulcenéia, Bruna e Joelson testemunhas do esforço, dedicação e luta na conclusão do nosso trabalho.

Ao Grupo de Pesquisa de Melhoramento Visando Resistência a doenças da UFRPE, que me auxiliaram tanto nas tarefas em campo quanto em laboratório, contribuindo de alguma forma com a pesquisa.

Aos colegas Curso de graduação em Agronomia: Arianderson, Rebeca, Moema, Jessica, Jordana, Arthur, Luis Felipe, Leonardo, Allison, Cláudio Henrique, Barbara, Mariana, Lucas, Talmo, Mauro, Danielson, Naeté, Catarina e Patryk pela amizade e ajuda nos momentos difíceis.

Aos meus amigos Adelmo Santana, Carla Daniela e Luíz Coelho, por sempre estarem ao meu lado, pelos momentos de alegria e compreensão.

À todas as pessoas que de uma maneira ou outra colaboraram na realização deste trabalho, o meu mais eterno agradecimento.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I INTRODUÇÃO GERAL

Tabela 01: Principais fitonematoides de importância econômica, segundo a opinião de nematologistas.....38

Tabela 02: Relações entre pesquisadores e a reação de algumas espécies de plantas medicinais à *Meloidogyne* spp.....42

CAPÍTULO II REAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS PROPAGADAS SEXUADAMENTE À *Meloidogyne* spp.

Tabela 01: Plantas medicinais propagadas por sementes, avaliadas quanto à reação ao *M. enterolobii*, *M. javanica* e *M. incognita*.....66

Tabela 02: Valores médios do número de galhas (NG), número de ovos (NO) e fator de reprodução (FR) do *Meloidogyne* spp. em vinte genótipos de plantas medicinais.....69

CAPÍTULO III REAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS PROPAGADAS ASSEXUADAMENTE À *Meloidogyne* spp.

Tabela 01: Plantas medicinais propagadas assexuadamente, avaliadas quanto à reação ao *M. enterolobii*, *M. javanica* e *M. incognita*.....89

Tabela 02: Valores médios do número de galhas (NG), número de ovos (NO) e fator de reprodução (FR) do *Meloidogyne* spp. em vinte genótipos de plantas medicinais.....92

LISTA DE FIGURAS

**CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO GERAL
REFERENCIAL TEÓRICO****Figura 01:** Ciclo biológico do *Meloidogyne* spp.....35

SUMÁRIO

RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I	
1. INTRODUÇÃO GERAL	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Aspectos gerais das plantas medicinais.....	19
2.1.1 Acanthaceae.....	23
2.1.2 Amaranthaceae.....	23
2.1.3 Apiaceae.....	24
2.1.4 Apocynaceae.....	25
2.1.5 Asteraceae.....	26
2.1.6 Brassicaceae.....	27
2.1.7 Costaceae.....	27
2.1.8 Crassulaceae.....	28
2.1.9 Lamiaceae.....	28
2.1.10 Moraceae.....	29
2.1.11 Phytolaccaceae.....	30
2.1.12 Rutaceae.....	30
2.1.13 Solanaceae.....	31
2.1.14 Verbecaceae.....	32
2.2 Nematóides das galhas.....	33
2.2.1 <i>Meloidogyne enterolobii</i>	38
2.2.2 <i>Meloidogyne incognita</i>	40
2.2.4 <i>Meloidogyne javanica</i>	41
2.3 Reação de plantas medicinais ao <i>Meloidogyne</i> spp.....	41
Referências.....	46

CAPITULO II**REAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS PROPAGADAS SEXUADAMENTE À
Meloidogyne spp......60**

Resumo.....61

Abstract62

Introdução63

Material e Métodos65

Resultados e Discussões68

Conclusões78

Referências78

CAPITULO III**REAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS PROPAGADAS ASSEXUADAMENTE À
Meloidogyne spp......83**

Resumo.....84

Abstract85

Introdução86

Material e Métodos88

Resultados e Discussões91

Conclusões100

Referências.....101

HOSPEDABILIDADE DE PLANTAS MEDICINAIS AOS NEMATÓIDES DAS GALHAS

RESUMO

Atualmente os fitonematóides constituem um dos principais fatores limitantes à produtividade de plantas cultivadas, e têm causado grandes preocupações na sanidade e qualidade de plantas medicinais. Dentre eles, destacam-se, pelo alto grau de parasitismo, as espécies do gênero *Meloidogyne*, popularmente conhecidas como nematóides das galhas. Uma das formas mais eficazes de controle é utilização de cultivares resistentes. O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar 40 genótipos de plantas medicinais quanto à resistência ao nematóide das galhas (*Meloidogyne* spp.). O trabalho foi dividido em duas etapas, na primeira foram realizados três experimentos independentes quanto à reação de plantas medicinais propagadas por sementes à *M. enterolobii*, *M. incognita* e *M. javanica*. Todos foram realizados em casa de vegetação no Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados com 4 repetições e 20 tratamentos. Sementes comerciais de mastruz, endro, coentro, erva-doce, salsa, camomila, alcachofra, mostarda, melissa, manjerição verde, manjerição roxo, manjerição rubi, manjerição limão, manjerona, orégano, sálvia, tomilho, arruda, pimenta cambuci e pimenta malagueta foram semeadas em bandejas, contendo substrato à base de casca de pinus carbonizada, aos 21 dias após a semeadura foi realizada a inoculação do substrato com *Meloidogyne* spp., o inóculo possuía a concentração de 1.500 ovos/mL. Aos 45 dias após a inoculação foram realizadas as avaliações para as seguintes características: número de galhas por sistema radicular (NG), número de ovos por sistema radicular (NO) e fator de reprodução (FR). Os dados obtidos foram transformados utilizando a raiz quadrada, e foram agrupados pelo teste de Scott Knott a 5%. Para *M. enterolobii* os genótipos suscetíveis foram pimenta cambuci, pimenta malagueta, manjerição limão, manjerição verde, endro, manjerição roxo e coentro. Os genótipos resistentes foram erva-doce, salsa, arruda e sálvia. Para *M. incognita* os genótipos suscetíveis foram alcachofra, manjerição roxo, arruda, pimenta cambuci, coentro, pimenta malagueta, manjerição verde e manjerição limão. Os genótipos classificados como resistentes foram sálvia, endro e tomilho. Para *M. javanica* 13 genótipos comportaram-se como suscetíveis, pimenta cambuci, melissa, mostarda, pimenta malagueta, manjerição limão, manjerição verde, coentro, erva-doce, alcachofra, endro, manjerona, camomila e mastruz. Comportaram-se como resistentes, salsa, orégano, tomilho e sálvia. Salsa, sálvia e tomilho foram resistentes às três espécies de *Meloidogyne* podendo ser utilizadas como fonte de genes de resistência à *Meloidogyne* spp.. Na segunda etapa deste estudo foram realizados outros três experimentos independentes que avaliaram 20 genótipos de plantas medicinais propagadas por estaquia caulinar à *M. enterolobii*, *M. incognita* e *M. javanica*. O objetivo consistiu em encontrar nos genótipos de plantas medicinais avaliados fontes de resistência ao *Meloidogyne* spp. Os experimentos foram realizados entre julho de 2017 e maio de 2018. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e 20 tratamentos, foi avaliada a reação de justiça, chambá, ampicilina, vinca, artemísia, arnica, boldo baiano, cana de macaco, fortuna, amora, menta, hortelã miúda, manjerição miúdo, hortelã graúda, hortelã variegada, boldo comum, boldo chinês, mirra, atipim e erva-cidreira, à *M. enterolobii*, *M. javanica* e *M. incognita*. O material vegetativo para a produção das estacas foi proveniente de matrizes locadas no Horto Medicinal da UFRPE, estacas medindo, em média, 15

cm foram colocadas para enraizar em bandejas de 36 células, contendo substrato à base de casca de pinus carbonizada, e quando enraizadas foram transferidas para recipientes plásticos individuais. Aos 25 dias após a semeadura foi realizada a inoculação do substrato com 4.000 ovos de *Meloidogyne spp.*. Aos 45 dias após a inoculação, as plantas foram retiradas para avaliação das características, número de galhas, número de ovos e fator de reprodução. Para *M. enterolobii* os genótipos suscetíveis foram boldo baiano, menta, hortelã variegada, erva-cidreira, boldo comum, manjerição limão, chambá, fortuna e hortelã variegada. Os genótipos resistentes foram hortelã miúda, arnica, boldo chinês, Justicia e Mirra. Atipim comportou-se como imune. Para *M. incognita* os genótipos suscetíveis foram boldo chinês, hortelã variegada, hortelã miúda, justicia, hortelã graúda, amora, boldo baiano, ampicilina, mirra, erva-cidreira, chambá e cana de macaco. Os genótipos classificados como resistentes foram boldo comum, hortelã miúda, fortuna, menta, artemísia, arnica, vinca e atipim. Para *M. javanica*, comportaram-se como suscetíveis manjerição miúdo, cana de macaco, hortelã graúda, mirra, amora, hortelã variegada, boldo baiano, erva-cidreira, boldo chinês, atipim e chambá. Comportaram-se como resistentes, menta, ampicilina, hortelã miúda, artemísia, vinca e boldo comum. Foram consideradas imunes, arnica, Justicia e fortuna. Artemísia, vinca, hortelã miúda e arnica foram resistentes e podem ser utilizadas em áreas infestadas, em sistemas de consórcio e/ou rotação de culturas com o objetivo de diminuir a população do patógeno no solo.

Palavras-chave: *Meloidogyne*, fitonematoides, parasitismo

HOSPITABILITY OF MEDICAL PLANTS TO ROOT-KNOT NEMATODES

ABSTRACT

Currently Phytonematoids are one of the main factors limiting the productivity of cultivated plants, and have caused great concern about the health and quality of medicinal plants. Among them, due to the high degree of parasitism, the species of the genus *Meloidogyne*, popularly known as gnath nematodes, stand out. One of the most effective forms of control is the use of resistant cultivars. The objective of this work was to evaluate 40 genotypes of medicinal plants for nematode resistance of gall (*Meloidogyne* spp.). The work was divided in two stages, in the first three independent experiments were performed on the reaction of medicinal plants propagated by seeds to *M. enterolobii*, *M. incognita* and *M. javanica*. All were carried out under greenhouse conditions in the Agronomy Department of the Federal Rural University of Pernambuco. The experiments were conducted in a randomized complete block design with 4 replicates and 20 treatments. Commercial seeds of mastruz, dill, coriander, fennel, parsley, chamomile, artichoke, mustard, melissa, basil green, basil purple, basil ruby, basil lemon, marjoram, oregano, sage, thyme, rue, chilli pepper and chilli pepper were seeded in trays containing a substrate based on carbonized pinus bark. At 21 days after sowing, the substrate was inoculated with *Meloidogyne* spp., the inoculum had a concentration of 1.500 eggs / mL. At 45 days after inoculation, the evaluations were performed for the following characteristics: number of galls per root system (NG), number of eggs per root system (NO) and reproduction factor (RF). The obtained data were transformed using the square root, and were grouped by the Scott Knott test at 5%. For *M. enterolobii* the susceptible genotypes were chilli pepper, chilli pepper, lemon basil, green basil, dill, purple basil and coriander. The resistant genotypes were fennel, parsley, rue, and sage. For *M. incognita* the susceptible genotypes were artichoke, purple basil, rue, cambuci pepper, coriander, chilli pepper, green basil and lemon basil. The genotypes classified as resistant were sage, dill and thyme. For *M. javanica* 13 genotypes behaved as susceptible, cambuci pepper, melissa, mustard, chilli pepper, lemon basil, green basil, coriander, fennel, artichoke, dill, marjoram, chamomile and mastruz. They behaved as resistant, parsley, oregano, thyme and sage. Parsley, sage and thyme were resistant to the three species of *Meloidogyne* and could be used as a source of resistance genes to *Meloidogyne* spp.. In the second stage of this study, three other independent experiments were carried out to evaluate 20 genotypes of medicinal plants propagated by stem cutting to *M. enterolobii*, *M. incognita* and *M. javanica*. The objective was to find in the genotypes of medicinal plants evaluated sources of resistance to *Meloidogyne* spp. The experiments were carried out between July 2017 and May 2018. The experimental design was a randomized block with four replicates and 20 treatments. The reaction was evaluated in the justice, chambá, ampicillin, vinca, artemisia, arnica, boldo baiano, cana monkey, fortune, blackberry, mint, mint, basil mint, mint, variegated mint, common goblet, Chinese goblet, myrrh, atypt and lemongrass, *M. enterolobii*, *M. javanica* and *M. incognita*. The vegetative material for the production of the cuttings came from matrices located in the Medicinal Garden of UFRPE, stakes measuring, on average, 15 cm were placed to rooting in trays of 36 cells, containing substrate based on carbonized pinus bark, and when rooted were transferred to individual plastic containers. At 25 days after sowing the inoculation of the substrate with 4.000 eggs of *Meloidogyne* spp. At 45 days after inoculation, the plants were removed for evaluation of the characteristics, number of galls, number of eggs and reproduction

factor. For *M. enterolobii* the susceptible genotypes were Boldo baiano, mint, variegated mint, lemon balm, common goblet, lemon basil, chambá, fortune and variegated mint. The resistant genotypes were mint mint, arnica, Chinese boldo, Justicia and Myrrh. Atipim behaved as immune. For *M. incognita* the susceptible genotypes were Chinese goblet, variegated mint, mint mint, justice, mint, mulberry, Boldo baiano, ampicillin, myrrh, lemon balm, chambá and macaque cane. The genotypes classified as resistant were common goblet, small mint, fortune, mint, artemisia, arnica, vinca and attipim. For *M. javanica*, sweet basil, cane of monkey, mint, myrrh, mulberry, variegated mint, Boldo baiano, lemon balm, Chinese boldo, atipim and chambá were behaved as susceptible. They behaved as resistant, peppermint, ampicillin, small mint, artemisia, vinca and common boldo. They were considered immune, arnica, Justicia and fortune. Artemisia, vinca, small mint and arnica were resistant and could be used in infested areas, in systems of consortium and / or crop rotation in order to reduce the pathogen population in the soil.

Keywords: *Meloidogyne*, phytonematoids, parasitism

CAPITULO I

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO

As plantas têm sido utilizadas como medicamentos há milhares de anos, sua utilização começou na forma de drogas cruas, como tinturas, chás, cataplasmas, e outras formulações de ervas. As plantas medicinais podem ser descritas como todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos ou que sejam precursores de fármacos semissintéticos (MONTANARI JR., 2002). O conhecimento a respeito da utilização das plantas medicinais foi transmitido ao longo das gerações entre as populações tradicionais. Com o passar dos anos a utilização das plantas como medicamento passou a ser realizada a partir do isolamento de compostos ativos, começando com o isolamento da morfina e do ópio no início do século 19 (SAMUELSSON, 2004). O isolamento e caracterização farmacológica dos compostos ativos de plantas medicinais continuam a ser realizados até os dias de hoje.

O consumo de plantas medicinais e de medicamentos fitoterápicos apresenta demanda crescente em todo o mundo. A Organização Mundial de Saúde (OMS) relata que cerca de 80% da população mundial faz uso de algum tipo de erva medicinal para o tratamento das mais diversificadas doenças (PETENATTI et al., 2011). A utilização de plantas medicinais, tem inclusive recebido incentivos da própria OMS. Estima-se que o mercado de produtos naturais tenha acréscimos de aproximadamente 22% ao ano (STROZE, 2013). Entre os fatores que contribuíram para esse aumento, pode-se citar o alto custo de remédios sintéticos e a resistência dos patógenos aos medicamentos sintéticos. Esse crescente aumento da demanda por plantas medicinais fez com que a obtenção de algumas espécies deixasse de ser de forma extrativista, sendo agora realizada na forma de cultivo em maior escala.

Não diferentemente de outras espécies cultivadas, as plantas medicinais podem ser atacadas por pragas e doenças, que além de causarem danos às plantas, podem afetar tanto qualitativamente quanto quantitativamente a produção de seus princípios ativos. Entre os patógenos que podem afetar as plantas medicinais destacam-se os fitonematoides (CORRÊA JÚNIOR & SCHEFFER, 2013). Os nematoides do gênero *Meloidogyne*, conhecidos popularmente por nematoide das galhas, são organismos sedentários, altamente polífagos, que penetram nas raízes das plantas e ao instalar seu ciclo de alimentação fazem com que as plantas formem galhas em suas raízes, após instalado seu ciclo de alimentação o nematoide

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

passará a parasitar a planta hospedeira, a gravidade dos danos provocados irá depender da susceptibilidade da espécie/variedade parasitada, das condições ambientais, da presença de outros patógenos e da densidade populacional desses patógenos no solo (MOREIRA et al., 2017).

De maneira geral, os nematoides das galhas enfraquecem as plantas parasitadas em função da retirada de seus nutrientes. Os ferimentos, as lesões e a formação de sítios de alimentação próximos dos tecidos vasculares reduzem a capacidade das raízes em absorção de água e nutrientes. Em função disso, a parte aérea não se desenvolve normalmente, causando redução na produção e, em alguns casos, culminando com a morte da planta. A espécie medicinal jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*) produz o alcalóide pilocarpina, que é sintetizado nas raízes e translocado para as folhas, de onde é extraído e comercializado na forma de colírio para o tratamento do glaucoma. De acordo com Freitas et al. (2009), plantações comerciais de jaborandi, no estado do Maranhão, sob condições de alta temperatura, solo arenoso e irrigação, foram severamente prejudicadas por *M. javanica*. Os sintomas do ataque foram o baixo desenvolvimento das plantas e a queda no teor de pilocarpina das folhas coletadas, comprometendo a produção do medicamento.

O controle do *Meloidogyne* spp. é imprescindível para o bom êxito no cultivo das espécies vegetais, pois os nematoides das galhas podem causar perdas de até 100% na produção, dependendo da intensidade de infestação da área e das cultivares plantadas. Diferentes métodos de controle podem ser utilizados contra o nematoide das galhas, dentre eles o químico, o cultural, o biológico, porém alguns destes destacam-se como pouco eficientes e outros podem causar danos ambientais, comprometendo a sanidade das pessoas que os manipulam, bem como a poluição do ambiente agrícola. Diante da dificuldade do controle dos nematoides pelos métodos já citados, a utilização de cultivares resistentes é uma alternativa bastante aceita, pelo seu baixo custo e alta eficiência (MÔNACO et al., 2011). As plantas medicinais produzem substâncias em seu metabolismo secundário que podem diminuir ou mesmo inibir a reprodução dos nematoides em campo diminuindo a população desses patógenos. Nesse sentido, faz-se necessário a identificação de espécies com essas propriedades, para que estas possam ser utilizadas como alternativa viável ao manejo da Meloidoginose.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

1. Aspectos Gerais das Plantas Medicinais

As plantas medicinais são caracterizadas como aquelas que possuem princípios ativos capazes de restabelecer a homeostasia do organismo quando o mesmo se encontra afetado por doenças (CARNEIRO et al., 2014). As propriedades naturais das plantas medicinais são exploradas pelos seres humanos para auxiliar na satisfação de suas necessidades, principalmente aquelas que apresentam ações e efeitos terapêuticos, e muitas vezes são os únicos recursos disponíveis para o tratamento de doenças dentro de comunidades pouco desenvolvidas, comunidades rurais, e lugares isolados (CAVALCANTI, 2014). A medicina tradicional envolve o uso de extratos vegetais ou seus princípios ativos (AKERELE, 1993). Com investigações, e comprovação científica de sua eficácia, estas podem servir como fonte de matéria prima para medicamentos modernos. Nos países em desenvolvimento, a utilização de plantas medicinais contribui através da substituição de drogas importadas, aumentando assim a autossuficiência econômica destes países (BRIÃO et al., 2016).

A medicina tradicional possui uma longa história de servir povos em todo o mundo, o uso de plantas no tratamento de doenças é datado desde o surgimento das primeiras civilizações (LEITE et al., 2015). Os registros fósseis datam a utilização de plantas como medicamentos desde o período Paleolítico, evidências desta associação inicial foram encontradas no túmulo de um Homem Neanderthal enterrado há 60 mil anos. A análise de pólen indicou que todas as plantas enterradas com o cadáver possuíam valor medicinal (LOW et al., 1999).

O primeiro documento médico conhecido é de 4.000 anos de idade, consiste-se na Tableta de argila da Suméria, esse documento registra remédios vegetais para várias doenças. Na época da civilização egípcia antiga, já existiam informações sobre a grande riqueza das plantas medicinais. Entre os muitos remédios prescritos estavam o drake do homem para alívio da dor e alho para o tratamento de distúrbios cardíacos e circulatórios. Esta informação, juntamente com centenas de outros remédios, foi preservada no papiro de Ebers há cerca de 3.500 anos atrás (LOW et al., 1999). Na China antiga também se consta informações sobre os primeiros usos medicinais das plantas.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

No Brasil, a história da utilização de plantas, no tratamento de doenças, possui fortes influências das culturas africana, indígena e europeia (MARTINS et al., 2000). A contribuição dos escravos africanos com a tradição do uso de plantas medicinais, em nosso país, se deu por meio das plantas que trouxeram consigo, que eram utilizadas em rituais religiosos e, também, por suas propriedades farmacológicas, empiricamente descobertas. Os índios que aqui viviam dispostos em inúmeras tribos utilizavam grande quantidade de plantas medicinais e, por intermédio dos pajés, este conhecimento das ervas locais e seus usos foi sendo transmitido e aprimorado de geração em geração (LORENZI & MATOS, 2008).

Plantas medicinais, preparações fitofarmacêuticas e produtos naturais isolados representam um mercado que movimenta bilhões de dólares, tanto em países desenvolvidos, como em países em desenvolvimento (LIMA-SARAIVA et al., 2015). Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2017) o consumo de fármacos em geral é crescente. De acordo com o órgão, parte desse aumento se deve à crescente necessidade de medicamentos para tratamento de doenças crônicas e aquelas relacionadas ao envelhecimento.

No grupo dos produtos fármacos destacados no citado levantamento, as seguintes categorias de medicamentos detêm os maiores índices de crescimento, anti-hipertensivos, antidepressivos, antidiabéticos e antitumorais. Nesse levantamento realizado para o período entre os anos 2000 e 2015 nos países que compõem a OCDE, o consumo quase duplicou para medicamentos usados como antihipertensivos, antidiabéticos e antidepressivos, e quase quadruplicou para medicamentos usados no controle de colesterol.

Esses dados demonstram o quão consolidado é o mercado farmacêutico. Dentre as formulações farmacêuticas existentes, boa parte delas são derivadas de plantas ou análogos sintéticos derivados de plantas. Com base na conhecida capacidade curativa presente em diversas espécies de plantas, grande parte da população mundial, principalmente de países em desenvolvimento, ainda faz uso de plantas medicinais para suas necessidades diárias de cuidados da saúde e dependem de plantas para uso como medicamentos (GURIB-FAKIM, 2006).

A Organização Mundial de Saúde também afirma que o consumo de plantas medicinais vem aumentando consideravelmente no decorrer dos últimos anos, assim

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas como o número de espécies utilizadas, (PETENATTI et al., 2011). A Organização das Nações Unidas, afirma que o mercado mundial de produtos naturais, apresenta uma demanda crescente de 7% ao ano. Envolvendo mais de 32 mil espécies, das quais 900 são cultivadas ou estão em processo de domesticação e movimenta cerca de 400 mil toneladas de plantas por ano. No Brasil, estima-se que as vendas de produtos farmacêuticos derivados de plantas alcançam a cifra de 550 milhões de dólares (KNAPP, 2001). De acordo com Coutinho (2001), somente a Amazônia, em 2050, será capaz de produzir 500 bilhões de dólares em medicamentos e cosméticos, a partir de plantas medicinais e aromáticas.

O Brasil, com uma das mais interessantes, importantes e diversificadas floras do planeta, tem distribuído em seus limites, seis domínios bioativos fitogeográficos: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (RICARDO et al., 2018). É notável o crescente interesse em estudar e documentar cientificamente essa diversidade existente. Com isso tem ocorrido a inclusão de novas tecnologias para estudo envolvendo tanto o meio acadêmico quanto das empresas farmacêuticas que fomentam estudos para exploração comercial dos recursos vegetais visando o desenvolvimento de novos medicamentos.

A importância da utilização de plantas medicinais nos sistemas tradicionais de saúde está ganhando atenção crescente. Por causa desse ressurgimento de interesse, a pesquisa sobre plantas com potencial medicinal vêm crescendo a cada dia, a maioria dos países em desenvolvimento adotaram pela medicina tradicional como prática médica integrante de sua cultura (KRISHNARAJU et al., 2005). Historicamente, todos os medicamentos foram derivados de plantas, seja na forma simples, através de materiais vegetais crus ou na forma refinada de extratos brutos, misturas, oleos, etc. Estimativas recentes sugerem que milhares de plantas são conhecidas com aplicações medicinais em várias culturas (FARNSWORTH & SOEJARTO 1991).

Em muitos países e culturas de diferentes nações, o uso de plantas medicinais para tratar doenças e manter a saúde pública é prática rotineira (BABAHMANI et al., 2014). Os produtos naturais desempenham um papel importante no campo da pesquisa e desenvolvimento de novas drogas. Desde 2002, a Organização Mundial da Saúde (OMS) vêm estimulando o resgate de dados a

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

respeito de plantas usadas na prática da medicina antiga, uma vez que são considerados potencialmente úteis no desenvolvimento de novas drogas (OMS, 2002).

As plantas presentes no continente sul-americano eram amplamente utilizadas muito antes da chegada dos europeus na América no século XV. Além de ser um dos mais ricos países em biodiversidade, o Brasil apresenta ampla diversidade em termos de medicina popular (FORZA et al., 2012). Diversos estudos realizados a respeito da composição química das plantas medicinais permitiram fazer uma associação entre diferentes espécies e suas respectivas atividades biológicas a partir da observação, descrição e investigação experimental. Tais estudos contribuíram amplamente para a descoberta de produtos naturais bioativos (FARNSWORTH, 1994).

As plantas medicinais produzem um amplo espectro de compostos químicos, aparentemente sem contribuição direta para o seu crescimento e desenvolvimento, nomeados metabólitos secundários (RABIEI et al., 2014). As três principais classes destes compostos são terpenos, encontrados em famílias como a Rhamnaceae, exibindo diversas ações curativas como, ação purgativa, enérgica, e antifebril, sendo muito usada devido à sua eficácia e por seu baixo custo (SIMÕES, 2003), flavonóides, presentes em famílias como a Passifloraceae que representam uma classe química de ubiquidade no grupo das substâncias fenólicas de origem vegetal (DEWICK, 2002), apresentando um vasto leque de atividades biológicas, como por exemplo, ação antitumoral, anti-inflamatória, antioxidante, antibacteriana, antiparasitária, antiviral, dentre outras (COUTINHO et al., 2009), e compostos fenólicos, encontrados facilmente em plantas da família Lamiaceae e Asteraceae que podem exibir efeitos antimicrobianos e anti-inflamatórios (BAHMANI et al., 2014).

Esses compostos apresentam várias propriedades biológicas nas plantas e são utilizados no tratamento de uma ampla variedade de doenças, incluindo cânceres (AZADMEHR et al. 2011), distúrbios neurológicos (RABIEI et al., 2014), inflamações crônicas e lesões (BEHRADMANESH et al., 2013), diabetes (MADIHI et al., 2013), aterosclerose (SETORKI et al., 2013), doenças cardiovasculares (SADEGHIEI et al., 2014) e doenças de pele (ASADI et al., 2013). Muitas famílias

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

botânicas possuem propriedades curativas, oriundas de substâncias produzidas por seu metabolismo secundário.

2.1.1. Acanthaceae

Acanthaceae, também conhecida como família Acanthus, é uma família de plantas dicotiledôneas, da ordem Lamiales, contendo 250 gêneros e cerca de 2.500 espécies, principalmente ervas tropicais, arbustos, trepadeiras ou epífitas, distribuídas principalmente na Indonésia, Malásia, África, Brasil e América Central (CHANG, 2017). No Brasil, a família é representada por 41 gêneros e 432 espécies (PROFICE et al., 2010), *Justicia gendarussa* Burm (anador) e *Justicia pectoralis* var. *stenophylla* Leonard (chambá) são alguns exemplos de plantas medicinais dessa família. Algumas espécies são utilizadas como ornamentais e forrageiras, sendo comumente encontradas tanto em florestas úmidas como em ambientes semiáridos (EZCURRA, 2002). Estudos fitoquímicos têm revelado que algumas espécies dessa família também são promissoras do ponto de vista farmacológico.

As plantas medicinais dessa família são utilizadas para o tratamento de febre, reumatismo, cefaléia, cólicas abdominais, inflamações pulmonares, tosse, e também como expectorante, sudorífica, anti-inflamatória e afrodisíaca (LORENZI & MATOS, 2008). Os principais constituintes, presentes nessas plantas, responsáveis por esses efeitos curativos são cumarinas, umbeliferonas, diidroxycumarina, ácido orto-hidroxi-transcinâmico acetilado, betasitosterol, C-glicosilflavonas-O-metoxiladas eswertisina, 2''-O-ramnosileswertiajaponina, betaina e a lignana justicidina B.

2.1.2 Amaranthaceae

A família Amaranthaceae possui 169 gêneros e cerca de 2.360 espécies, sendo os maiores gêneros *Atriplex* (300 spp.), *Gomphrena* (120 spp.), *Salsola* (120 spp.), *Alternanthera* (100 spp.), *Chenopodium* (100 spp.), *Ptilotus* (100 spp.), *Suaeda* (100 spp.), *Iresine* (80 spp.), *Amaranthus* (60 spp.), *Corispermum* (60 spp.) e *Celosia* (50 spp.) (JUDD et al., 2002), distribuídos principalmente em regiões de clima tropical e em regiões temperadas. No Brasil são encontradas 145 espécies, distribuídas em 19 gêneros, sendo 71 espécies endêmicas de diferentes regiões e biomas brasileiros (MARCHIORETTO et al., 2010). As plantas da família Amaranthaceae apresentam predominantemente porte herbáceo e subarborescente.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Exemplos de representantes da família são o ginseng brasileiro (*Pfaffia glomerata* Spreng.) e a suma (*Hebanthe eriantha* Poir.).

Cerca de 20 espécies têm uso alimentício e/ou medicinal, principalmente espécies dos gêneros *Alternanthera*, *Amaranthus* e *Gomphrena* (SIQUEIRA, 1987). Dentre as propriedades medicinais destas plantas, pode-se destacar a atividade antitumoral, diurética, digestiva, depurativa, vermífuga, emagoga, tônica, amarga, imunoestimulante, adstringente, antidiarréica, béquica, laxativa, antiblenorrágica (LORENZI & MATOS, 2008). Estas propriedades medicinais são provenientes da presença de compostos flavônicos, ácidos palmíticos, oléico e linoléico, além de carotenóides, saponinas, ecdisterona, espinasterol e ascaridiol.

As espécies da família Amaranthaceae são capazes de tolerar habitats altamente áridos e solos muito salgados, graças a uma série de adaptações específicas. Estas incluem produção de sementes extremamente alta variando, entre 13.000 e 50.000 sementes por planta, dependendo da riqueza do solo e um eficiente mecanismo de dispersão das sementes (HOLM et al., 1977). Ambos os mecanismos, destinam-se a garantir a sobrevivência das plantas durante períodos áridos e em ambientes hostis. Algumas espécies podem acumular altas concentrações de arsênico em diferentes partes de seu organismo, sem exibir diminuição do crescimento, contribuindo para sua utilização como fixadoras em solos altamente poluídos (TAPIA et al., 2013).

2.1.3 Apiaceae

A família Apiaceae (anteriormente conhecida como família Umbelliferae) é uma das maiores famílias de plantas do mundo, compreendendo aproximadamente 450 gêneros e 3.700 espécies (PIMENOV & LEONOV, 1993). Essa família possui grande valor econômico, por possuir espécies comestíveis, condimentares, bem como utilizadas em perfumaria ou como essências em bebidas alcoólicas. Além da importância gastronômica, essas plantas são fontes de gomas e resinas de grande uso medicinal como sedativos, antiespasmódicos, estimulantes, e até venenos, podendo-se destacar *Anethum graveolens* (dil), *Anthriscus cerefolium* (cerfólio), *Angélica* spp. (angelica), *Carum carvi* (alcaravia), *Coriandrum sativum* (coentro), *Cuminum cyminum* (cominho), *Foeniculum vulgare* (funcho), *Ferula gummosa* (gálbano) e *Pimpinella anisum* (anis) (LORENZI & MATOS, 2008).

As plantas desta família geralmente possuem o cheiro pungente devido à presença de óleo essencial ou oleorresina e diversos outros compostos com muitas atividades biológicas (SINGH & JAIN, 2007). Algumas das principais propriedades são a capacidade de induzir apoptose, ação antibacteriana, antiinflamatória, excitante, depurativa, expectorante, febrífuga, afrodisíaca, hepatoprotetora, vaso-relaxante, efeitos diuréticos, inibidor da ciclo-oxigenase e atividades antitumorais (PAE et al., 2002).

Os óleos essenciais das Apiaceae são empregados em diferentes campos como alimentos e bebidas, cosméticos e produtos farmacêuticos, (LEUNG & FOSTER, 1996; SAYED-AHMAD et al., 2017). Além do óleo essencial estas plantas podem conter alcalóides, saponinas, flavonóides, quercetina, aminoácidos, sais minerais, pectinas, taninos, mucilagem, ácidos acético e oxálico, coriandrol, limoneno, linalol, terpineno e açúcares (LORENZI & MATOS, 2008) . Além disso, eles são considerados candidatos promissores a biocidas para controle de parasitas e vetores (BENELLI et al., 2018).

2.1.4 Apocynaceae

A família Apocynaceae está incluída na ordem Gentiales, subclasse Asteridae, suas espécies são consideradas dicotiledôneas bem evoluídas sendo caracterizadas normalmente pela presença de látex, possuem cerca de 5.000 espécies distribuídas em 550 gêneros (NICHOLAS et al., 1994). São encontradas predominantemente nos trópicos e subtropicais (RIBEIRO et al., 1999). No Brasil, existem mais de 400 espécies em 41 gêneros, sendo 32 destes encontrados apenas na Amazônia (CAMPBELL et al., 1989).

Muitas das espécies arbóreas dessa família apresentam alta qualidade em suas madeiras (PEREIRA, et al., 2007), além disso, suas cascas são comumente utilizadas, na forma de infusões, para o tratamento de uma serie de doenças, devido sua baixa toxicidade e a ausência de contra-indicações (PEREIRA, et al., 2007). Como exemplos, a espécie *Aspidosperma ramiflorum* (Guatambu) é empregada no tratamento de leishmaniose; a *Aspidosperma nitidum* (Sapupema) é utilizada como anticonceptiva, no tratamento de inflamações de útero e ovário, em diabetes, em problemas estomacais, contra câncer, febre e reumatismo; a *Catharanthus roseus*

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

(*Vinca*) utilizada como vasodilatadora, sudorífica, diurética, hipoglicemiante, antileucêmica e febrífuga, e *Calotropis procera* (Saco-de-velho) (LORENZI & MATOS, 2008).

Estudos fitoquímicos apontam a ocorrência frequente de estruturas alcaloídicas, biologicamente, elas atuam nos sistemas neurotransmissores opiáceos, GABAérgicos, colinérgicos, muscarínicos, serotoninérgicos e dopaminérgicos (PEREIRA, et al., 2007;). Sendo largamente empregadas como hipotensor arterial, simpatolítico, diurético, vasoconstrictor periférico, estimulante respiratório, anestésico, agente bloqueador adrenérgico, espasmogênico intestinal, sedativo e relaxante do músculo esquelético (GARRETT et al., 1995). Além desses, também podem ser encontrados éter metílico, cumarinas, açúcares, triterpenoides, ácido betulínico, glicosídeos cardioativos e lactanas iridoides (LORENZI & MATOS, 2008).

2.1.5 Asteraceae

A família Asteraceae é composta predominantemente por indivíduos herbáceos, mas inclui algumas espécies lenhosas e tipos arbóreos (CRONQUIST, 1981), possui aproximadamente 25.000 espécies distribuídas em mais de 1.100 gêneros (BARROSO, 1986), sendo caracterizada como a segunda maior família do Reino Vegetal. Os membros desta família possuem uma notável importância ecológica e econômica. Esses incluem propósitos etnobotânicos, fitoquímicos, e medicinais (AJIBOYE et al., 2014).

Várias plantas desta família são comestíveis e são usadas na medicina tradicional. As espécies desta família são geralmente uma fonte de muitos compostos biologicamente ativos como óleos essenciais (JUDZENTIENE & MOCKUTE, 2005), compostos orgânicos (IVANESCU et al., 2010), flavonóides (FERRACANE et al., 2010), terpenóides (BORA & SHARMA, 2010), lignanas (FERRACANE et al., 2010), alcalóides (SARKER et al., 2001), saponinas, estilbenos e esteróis (SZAKIEL et al., 2005), polissacarídeos (XIE et al., 2007), antioxidantes, lapatina, fuquinona, glicosídeos, mucilagens, principio antibiótico e vitaminas do complexo B, que lhes conferem ação anestésica, bactericida, antiinflamatória, antimicótica, contraceptiva, inibidora de tumores cancerosos e úlceras, atividade antipirética, hepatoprotetora e imunoestimulante (LORENZI & MATOS, 2008).

2.1.6 Brassicaceae

A família Brassicaceae (syn. Cruciferae) apresenta elevada importância econômica e científica, pois inclui um grande número de plantas cultivadas e ornamentais, ervas daninhas e alguns organismos modelo, a exemplo a *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh (COUVREUR et al., 2010). A família possui 338 gêneros contendo 3.709 espécies (WARWICK et al., 2006), podendo-se destacar a mostarda (*Brassica rapa* L.), a erva-de-santa-maria (*Coronopus didymus* L.) e o agrição d'água (*Nasturtium officinale*).

Na medicina tradicional, as plantas dessa família são utilizadas como medicamento revulsivo ou rubefaciente, depurativo do sangue, diurético, expectorante, febrífugo, estomáquico, tônico e como estimulante dos órgãos digestivos. Externamente, podem ser utilizadas no tratamento de dores reumáticas e ferimentos (SIMÕES, 2001; LORENZI & MATOS, 2008). Essas propriedades medicinais se devem em função da presença de óleos essenciais, glicosídeos, carotenos, tioglicosídeos, sais minerais, vitaminas, triglicérides, proteínas, sinapina e fenilpropanoide (LORENZI & MATOS, 2008; SIMÕES, 2001).

2.1.7 Costaceae

A família Costaceae, pertencente à Ordem Zingiberales, consiste em cerca de 110 a 115 espécies, distribuídas nos gêneros *Costus*, *Monocostus*, *Dimerocostuse* e *Tapeinocheilas*, sendo geralmente encontrados em áreas tropicais e subtropicais, florestas tropicais e outros ambientes úmidos (ARAÚJO & OLIVEIRA, 2007). *Costus*, o maior gênero, possui distribuição pantropical, com sua maior diversidade na região neotropical (cerca de 40 spp.) (STEVENSON & STEVENSON, 2004). Economicamente, a família ainda possui pouca importância, sendo cultivada principalmente para fins ornamentais e medicinais (CASTRO et al., 2012).

Estudos fitoquímicos realizados em plantas da família Costaceae, mostram principalmente a presença de flavonóides, quercetina, tamarixetina (SILVA et al., 2000), esteróides, alcalóides (BRAGA et al., 2007), saponinas (SILVA & PARENTE, 2004), inulina, taninos, sistosterol, mucilagens, sapogeninas, pectinas e oxalato de cálcio (VIEIRA & ALBUQUERQUE, 1998). Além destes compostos, diosgenina também foi isolada dos rizomas, o que tem atraído à atenção de muitos

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

pesquisadores por ser uma nova fonte precursora de hormônios esteroidais (SILVA et al., 2000). Esses compostos conferem propriedades depurativa, adstringente, diurética, antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória e protetora cardiovascular (HAFIDH et al., 2009; PÉREZ et al., 2008).

2.1.8 Crassulaceae

Crassulaceae é uma família de plantas dicotiledôneas, constituída por 35 gêneros com aproximadamente 1.400 espécies, geralmente herbáceas, ocasionalmente sub-arbustivas ou arbustivas, distribuídas principalmente no Hemisfério Norte e na África Austral (XU et al., 2017). Diversas espécies dessa família são usadas no paisagismo como forrações, criando bordaduras ou maciços nos espaços ensolarados, sendo ideais para composições de jardins rochosos (XU et al., 2017).

Dentre as espécies, pertencente à família Crassulaceae, a espécie *Bryophyllum pinnatum* (fortuna), apresenta uma ampla utilização na medicina popular para o tratamento de artrite e dispepsia (TREVISAN et al., 2006, LORENZI & MATOS, 2008), a referida espécie possui ainda propriedades anti-inflamatórias (AMARAL et al., 2005) e antitumorais (MACHADO & MELHO-JÚNIOR, 2009). Com relação à composição química, a literatura relata a presença de polissacarídeos, antocianidinas, flavonóides, bufadienolídeos, aglicona, patuletina, quercitrina e isoquercitrina (TREVISAN et al., 2006; ABDELLAOUI et al., 2010; COSTA et al., 2015).

2.1.9 Lamiaceae

A família Lamiaceae é uma das mais diversificadas em termos de uso na medicina tradicional, tendo o seu valor medicinal baseado na alta concentração de óleos voláteis (SARAC & UGUR, 2007). Sendo uma das maiores famílias entre as dicotiledôneas, é composta por mais de 240 gêneros, muitas espécies pertencentes a essa família são altamente aromáticas, devido à presença de estruturas glandulares produtoras de óleos voláteis (GIULIANI et al., 2008). Esses óleos são importantes na composição de pesticidas, produtos farmacêuticos, aromatizantes, perfumes, fragrâncias e cosméticos (OZKAN, 2008).

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Espécies da família Lamiaceae possuem uma ampla gama de atividades biológicas e farmacológicas, destacando-se na sua composição química óleos essenciais, linalol, limoneno, citral, citronelol, flavonóides, mucilagens, ésteres, cumarinas, taninos, saponinas, diterpenos, estaquidrina, glicosídeos, ácidos graxos, edridiol, resinas e substâncias amargas (LORENZI & MATOS, 2008; MENEZES et al., 1998).

Compostos esses presentes nas espécies dessa família com propriedades antimicrobiana, espasmolítica, carminativa, anticancerígena, antivomitiva, antigripal, antidispéptica, entre outras (LORENZI & MATOS, 2008; BOŽIN et al., 2006). Algumas ervas medicinais dessa família como a *Mentha arvensis* (menta), *Mentha piperita* (hortelã-pimenta), *Thymus vulgaris* (tomilho) e *Salvia officinalis* (sálvia), possuem expressivas quantidades de ácidos fenólicos, sendo, por isso consideradas fontes promissoras de antioxidantes naturais (ZIAKOVÁ & BRANDŠTETEROVÁ, 2003).

2.1.10 Moraceae

A família Moraceae compreende 37 gêneros e mais de 1.100 espécies em todo o mundo, distribuídas em florestas tropicais da América Central e do Sul (DATWYLER & WEIBLEN, 2004). Em geral, as plantas dessa família são árvores e arbustos adaptados a uma ampla gama de habitats de floresta tropical úmida, incluindo florestas de terra firme, florestas sazonais e inundadas (KILLEEN, 1998). Espécies da família Moraceae possuem importante valor econômico, produzindo madeiras de qualidade para utilização nas indústrias de construção civil, naval e moveleira, além de seu reconhecido valor medicinal. Essas espécies são amplamente reconhecidas como fontes de metabólitos secundários bioativos, entre eles flavonóides, estilbenos, triterpenóides e xantonas (LEE et al., 2009; JAYASINGHE et al., 2008).

Entre as plantas medicinais da família Moraceae destacam-se *Brosimum gaudichaudii* (Conduru) utilizada para o tratamento de vitiligo e outras manchas de pele, doenças reumáticas, gripe resfriado e bronquite (MORS, 2000), *Dorstenia cayaopía* (Caapiá) para o tratamento da febre tifóide e outras infecções do aparelho digestivo, das vias respiratórias e da atonia respiratória (MORS, 2000), *Ficus carica* (Figo) sendo amplamente utilizada na medicina tradicional como emoliente peitoral e

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

laxativa, empregada para o tratamento de prisão de ventre, bronquite, tosses, gripe, resfriados, inflamações de boca e garganta (ALZUGARAY & ALZUGARAY 1983), e *Ficus insipida* (Gameleira-branca) que possui ação purgativa, afrodisíaca e estimulante da memória (MORS, 2000; SCHULTES, 1990). A literatura relata que essas propriedades medicinais se devem a presença de alcalóides, esteróis, triterpenos, cumarinas, flavonóides, furanocumarinas, ácidos orgânicos, mucilagens, pectina, açúcares, dorstenina, bergapteno e psoraleno (LORENZI & MATOS, 2008).

2.1.11 Phytolaccaceae

Phytolaccaceae compreende cerca de 17 gêneros e 120 espécies pantropicais, amplamente distribuídas em todo o território americano (DUARTE & LOPES, 2005). Entre as espécies de Phytolaccaceae, a mais popular é *Petiveria alliacea* (Guiné), um arbusto perene com haste rígida e reta, atingindo uma altura de até 150 cm (ALMANZA, 2012). O uso medicinal de *P. alliacea* ocorre em diversas regiões do mundo, principalmente no continente Americano, onde possui propósitos curativos e místicos, usada em cerimônias religiosas no Brasil, pelo menos desde a época da escravidão, os escravos usavam *P. alliacea* por seus efeitos tóxicos e sedativos (GOMES et al., 2008).

Segundo a medicina indígena, a raiz, o pó e a folha de *P. alliacea* tem sido associada a várias propriedades terapêuticas, como diurética, antiespasmódica, emenagógica, analgésica, anti-inflamatória, antileucêmica, antireumática, antihelmíntica, propriedades antimicrobianas e depurativas (DUARTE & LOPES, 2005). Além disso, diferentes preparações de *P. alliacea* são utilizadas por suas atividades no sistema nervoso central (SNC) como anticonvulsivantes, ansiolíticos, mnemônicos, anestésicos e sedativos (GOMES et al., 2005). Na composição química de *P. alliaceae* são encontradas cumarinas, saponinas, flavonóides, taninos e sulfetos orgânicos (WILLIAMS et al., 2007).

2.1.12 Rutaceae

A família Rutaceae compreende 180 gêneros e cerca de 1.300-1.600 espécies, as plantas desta família possuem grande valor econômico. Algumas plantas dessa família apresentam flores altamente perfumadas e são utilizadas na produção comercial de óleos essenciais. Alguns constituintes de óleos essenciais,

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

como citronela e bergamota, são obtidos por destilação de plantas desta família (AZIZ et al., 2010). Gêneros como *Citrus*, *Poncirus* e *Fortunella* produzem frutos com elevado valor comercial; *Citrus* possui plantas aromáticas; *Murraya*, *Atalantia* e *Citrus* possuem plantas ornamentais; e *Zanthoxylum*, *Citrus*, *Phellodendron*, e *Evodia* possuem espécies utilizadas para fins medicinais (LUO et al., 2010).

Entre as diversas plantas medicinais pertencentes à família Rutaceae, pode-se destacar *Citrus aurantium* (Laranja-amarga) sendo considerada aromática, amarga, digestiva, expectorante, diurética e hipotensora (BOORHEM, 1999); *Ertela trifólia* (Maricotinha) com propriedades emenagoga, diurética, tônica, sudorífica e estimulante (GRENAND et al., 1987); *Pilocarpus microphyllus* (Jaborandi) utilizada no tratamento de bronquite, pele seca, e como tônico capilar, além de possuir propriedades sudorífica, febrífuga e estimulante (LORENZI & MATOS, 2008); e *Ruta graveolens* (Arruda) utilizada no tratamento de desordens menstruais, inflamações de pele, dor de ouvido, dor de dente, câimbras, doenças do fígado e verminoses (GRUENWALD et al., 2000). Na composição fitoquímica das Rutaceae, destacam-se pectina, hesperidina, substâncias amargas, narigenina, açucares, limoneno, linalol, acetato de linalila, saponina, lignana, alcalóides e glicosídeos flavônicos (LORENZI & MATOS, 2008).

2.1.13 Solanaceae

A família Solanaceae possui 3.000 espécies, distribuídas em 84 gêneros (NASIR, 1985). Possui distribuição cosmopolita, no Brasil existem 32 gêneros e 350 espécies entre herbáceas, arbustivas e arbóreas (LORENZI & MATOS, 2008). Essa família possui diversas espécies de importância econômica como a batata (*Solanum tuberosum*), berinjela (*S. melongela*), tomate (*S. lycopersicum*), pepino (*S. muricatum*), pimentas em geral e pimentão (*Capsicum spp.*) (HAWKES, 1999; SOUZA & LORENZI, 2005). Algumas plantas da família Solanaceae têm sido estudadas para a utilização na indústria farmacêutica, devido às substâncias químicas da classe dos alcalóides em geral, destacando-se alcalóides tropânicos e ale-esteróides (HAWKES, 1999). Muitas espécies são largamente utilizadas para fins medicinais, alucinógenos e para síntese de esteróides, usados na indústria farmacêutica (HAWKES, 1999).

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Esta família possui uma ampla gama de plantas medicinais, entre elas *Datura inóxia* (Toloache) utilizada para curar a tosse e a asma (HUSSAIN et al., 2006), membros inchados, repelente e vermífida. (KHAN et al., 2009); *Solanum nigrum* (Maria-preta) é uma planta antiespasmódica, diurética, analgésica, sedativa, narcótica, expectorante, anafrodisíaca e laxante (EVANS, 2009); *Solanum surattensis* (Maça-de-sodoma) utilizada no tratamento de tosse fleumática, asma, dor no peito e febre (QURESHI et al., 2010); e *Wanhania somnifera* (Ginseng indiano) é útil no combate à fadiga crônica, fraqueza, desidratação, ossos frágeis, impotência, envelhecimento precoce, emagrecimento, debilidade, tensão muscular, tumores, inflamações, psoríase, bronquite, asma, úlcera, sarna e insônia (KAR et al., 2010). Os principais constituintes ativos, responsáveis pelas propriedades curativas das plantas da família Solanaceae são ácidos graxos, alcalóides, triterpenoides, saponinas, esteroides, óleos essenciais e quassinoides (LORENZI & MATOS, 2008).

2.1.14 Verbenaceae

A família Verbenaceae, também conhecida como verbena, consiste de árvores, arbustos e ervas, são encontradas principalmente nas regiões tropicais do mundo (RAHMATULLAH et al., 2011). A família inclui cerca de 1.200 espécies distribuídas em 35 gêneros. As plantas da família Verbenaceae são bem conhecidas por seus usos nos sistemas medicinais tradicionais de vários países (RAHMATULLAH et al., 2011). Um grande número de plantas dessa família possui fitoquímicos bioativos com importantes efeitos farmacológicos, dentre eles podem-se destacar os diterpenóides, tendo propriedades antimicrobianas e antiparasitárias (MACHUMI et al., 2010); taninos, mucilagens e alcalóides (KARTHIKEYAN & DEEPA, 2010; LORENZI & MATOS, 2008).

Algumas espécies de plantas medicinais dessa família são *Lippia alba* (Erva-cidreira) é uma planta comumente utilizada em todo o Brasil, possui altas concentrações de citral, mircenol, limoneno e carvina, esses constituintes lhe conferem propriedades calmante, analgésica, ansiolítica, sedativa e mucolítica (CASTRO et al., 2002); *Lippia gracilis* (Alecrim-da-chapada) espécie própria da região semiárida nordestina, em sua composição química possui timol, carvacrol, flavonóides e quinonas, que lhe conferem atividades antimicrobiana, fungicida e moluscida, além de ser utilizada no tratamento de acne, sarna, pano-branco,

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

impingens, caspa e mau cheiro nas axilas, pés e virilhas (LORENZI & MATOS, 2008); e *Stachytarpheta cayennensis* (Verbena) é uma planta amplamente utilizada na medicina tradicional brasileira para o tratamento de febres, dispepsia, hepatite, prisão de ventre, resfriados, gripes, bronquite, feridas, contusões e afecções de pele (LORENZI & MATOS, 2008).

2.2 Nematoides das galhas

Os nematoides surgiram, provavelmente, no início do Período Cambriano (RODRIGUEZ-TRELLES et al., 2002), embora alguns pesquisadores tenham sugerido que sua origem data de um bilhão de anos atrás (WRAY et al., 1996). Nematoides de vida livre, presentes em ambientes terrestres e aquáticos, desenvolveram relações parasitárias com outros eucariotos em várias ocasiões independentes (BLAXTER et al., 2000). Evidências moleculares e paleontológicas sugerem que as plantas terrestres se originaram entre 425 e 490 milhões de anos (SANDERSON, 2003), indicando que plantas e nematoides terrestres coexistiram nos solos da terra por um período extenso de tempo, desenvolvendo características morfológicas e fisiológicas específicas para alimentar-se a partir das raízes das plantas na rizosfera (BALDWIN et al., 2014).

Os diversos gêneros de nematoides exploram todas as partes das plantas, mas as espécies economicamente mais importantes são as que infectam as raízes. Em parte porque muitas das estratégias de controles, como o controle químico, são pouco eficientes (BIRD & KALOSHIAN, 2003). Nematoides das galhas das raízes (*Meloidogyne* spp.) representam um dos gêneros mais polífagos e nocivos de nematoides parasitas de plantas. As espécies do gênero *Meloidogyne* são endoparasitas biotróficos capazes de infectar um grande número de espécies de plantas superiores e possuem uma distribuição quase cosmopolita (ELLIG, 2013).

A textura do solo influencia fortemente na distribuição do *Meloidogyne* spp., ocorrendo predominantemente em solos arenosos, além da textura, a presença e desenvolvimento do *M. incognita* está associada a solos de pH neutro (ROBINSON, 1987), onde podem persistir em dormência por determinado período de tempo. Davis e Anderson (2012) afirmam que na ausência de plantas hospedeiras os ovos desse nematoide são resistentes a estresses ambientais e nematicidas e eclodem apenas sob a estimulação de emanções da raiz da planta. Durante esse período de

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

dormência os ovos podem suportar a deficiência hídrica do solo e só eclodirem em condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, dificultando seu controle.

As espécies do gênero *Meloidogyne* são altamente diversificadas, mostrando diversidade em termos de citogenética, modo de reprodução, especialização em parasitismo, e gama de hospedeiros (HUNT & HANDOO, 2009). No geral, esse alto nível de diversidade contribui para um relacionamento extremamente complexo com seus hospedeiros, que leva a um parasitismo altamente bem-sucedido. Por exemplo, os três principais *Meloidogyne* spp. (*M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*) são altamente polípagos, infectando mais de 3.000 espécies de plantas (HUNT & HANDOO, 2009).

O *Meloidogyne* spp. possui um estilo de vida endoparasitário sedentário com juvenis de segundo estágio infecto-móveis (J2) que invadem a planta através das raízes e migrando intercelularmente através dos tecidos para as células vasculares em desenvolvimento (DE MEDEIROS et al., 2017), reproduzindo-se por partenogênese mitótica (PERRY et al., 2009). Esses nematoides estabelecem uma relação íntima com seus hospedeiros, induzindo a formação das galhas, principal sintoma visível da infecção por nematoides das galhas (DE MEDEIROS et al., 2017).

A infecção ocorre quando o juvenil móvel de segundo estágio (J2) é atraído para o sistema radicular da planta hospedeira. O J2 migra intercelularmente em direção ao cilindro vascular, onde injeta secreções através seu estilete em aproximadamente seis células do parênquima. As células vegetais afetadas passam por uma transformação, tornando-se gigantes e multinucleadas nas quais o nematoide alimenta-se não destrutivamente durante o resto do seu ciclo de vida (WILLIAMSON & HUSSEY 1996). Durante o seu biológico (Figura 01), os nematoides se alimentam de nutrientes e água provenientes da planta hospedeira. Isso prejudica o crescimento das plantas, causando murcha e aumentando a suscetibilidade da planta a outros patógenos podendo, em alguns casos, matar a planta (LAMBERT et al., 1999).

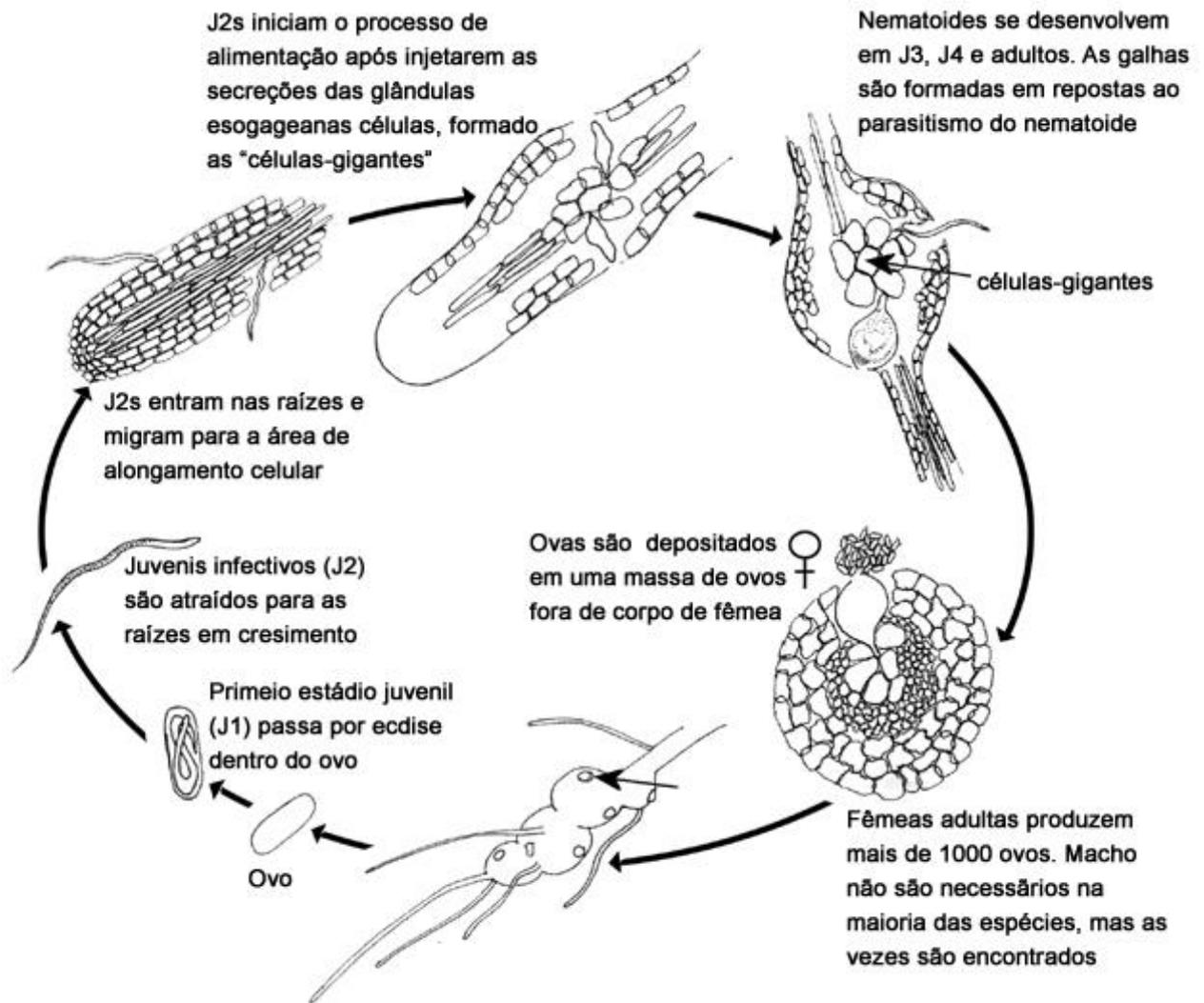


Figura 01: Ciclo biológico do *Meloidogyne* spp.
Adaptado: Agrios, (2005).

Segundo Hussey (1989) as secreções originárias das glândulas esofágicas do nematoide desempenham papéis importantes na penetração do hospedeiro e na formação de células gigantes. Os nematoides das galhas possuem três células glandulares esofágicas, uma dorsal e duas subventrais. Cada glândula é uma única célula aumentada que é especializada para exportar secreções para o esôfago do nematoide (HUSSEY & GRUNDLER, 1998). Uma vez no lúmen, as secreções das glândulas são exportadas para fora do nematoide através do estilete. Alguns estudos relatam que as glândulas subventrais produzem pectinases e celulases que ajudam o nematoide a penetrar na raiz do hospedeiro (BIRD et al., 1975). Essa hipótese foi confirmada pela identificação de vários genes que codificam celulases e pectato liases que são expressas nas glândulas subventrais dos nematoides das galhas (BIRD & KALOSHIAN, 2003).

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Após a instalação do ciclo de alimentação o *Meloidogyne* irá provoca redução na translocação de água e nutrientes das raízes para as folhas causando sintomas, na parte aérea, idênticos aos de deficiência nutricional. O aumento da atividade metabólica das células gigantes induzidas pelo parasitismo do nematóide irá estimular a mobilização de fotoassimilados da parte aérea para as raízes e, em particular, para as próprias células gigantes, as quais são utilizadas para a alimentação do nematoide (Nunes et al., 2011). A intensidade na redução do porte e da produção da planta é variável de acordo com a população de nematóides, com a associação a outros patógenos (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, etc.) e com outros fatores, como o grau de suscetibilidade da variedade cultivada e a fertilidade do solo.

As perdas produtivas e econômicas causadas pelos nematoides sobre as espécies cultivadas são difíceis de estabelecer com precisão. Estima-se que as médias globais de perda de rendimento ficam em torno de 10%, com este valor chegando a 20% para algumas culturas, em termos monetários, as perdas mundiais excedem US\$ 175 bilhões anuais (ONKENDI et al., 2014). A maioria dos danos é causada por um número relativamente pequeno de gêneros de nematoides que atacam as culturas, principalmente, os sedentários nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) e o nematoide do cisto (*Globodera* e *Heterodera* spp.), e alguns nematoides migratórios (incluindo *Pratylenchus* e *Radopholus* spp.) (NICKE, 1991).

Outra maneira de considerar o impacto dos nematoides sobre as culturas é através das estratégias de gestão utilizadas em seu controle. Em 2010, no Brasil foram comercializados cerca de US\$ 7,3 bilhões em produtos químicos para o tratamento de pragas e doenças vegetais, o correspondente a cerca de 7% do total das vendas de produtos agropecuários no país (OLIVEIRA et al., 2014). No entanto, questões como a contaminação das águas subterrâneas, toxicidade de mamíferos e aves, e resíduos em alimentos provocaram restrições muito mais severas ao uso de produtos químicos, e em muitos países a utilização de nematicidas eficazes, porém com um nível elevado de toxicidade, foram e continuam a ser proibidos (ONKENDI et al., 2014). A literatura também está repleta de estudos sobre meios orgânicos, tais como adubos verdes, para controlar os nematoides, mas avaliando a eficácia, estes controles tornam-se incipientes (LEWIS et al., 1997).

Até que os nematoides ambientalmente seguros sejam desenvolvidos, ou que os agentes biocontroladores sejam identificados, a resistência do hospedeiro continua a ser a abordagem de gerenciamento de nematoides mais segura (BIRD & KALOSHIAN, 2003). A resistência a nematoides ainda está por ser identificada para muitas plantas cultivadas, embora vários genes de resistência tenham sido identificados (WILLIAMSON, 1999). Fazari et al. (2012) relata que em pimentas (*Capsicum annum*) existem dez genes para resistência dominante ao *Meloidogyne* spp. (Me1, Me2, Me3, Me4, Me5, Me6, Me7, Mech1, Mech2 e N). Ainda segundo o supracitado autor, quatro dos dez genes (Me1, Me3, Me7 e N) conferem resistência a uma ampla gama de espécies do gênero *Meloidogyne*, servindo de recursos importantes para o desenvolvimento de cultivares de pimentas resistentes a meloidoginose.

Embora cerca de 100 espécies de *Meloidogyne* sejam conhecidas até o momento (WESEMAEL et al., 2011). Historicamente, as espécies do gênero *Meloidogyne* foram divididas em espécies principais e secundárias. Segundo Moens et al. (2009), *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* (ocorrendo em regiões tropicais) e *M. hapla* (ocorrendo em regiões temperadas) são consideradas as quatro principais espécies de *Meloidogyne*. No entanto, esses autores consideram mais cinco espécies como espécies secundárias. São elas: *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax*, *M. enterolobii*, *M. minor* e *M. paranaensis*.

A grande maioria das pesquisas concentrou-se em apenas quatro espécies: *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* e *M. javanica*. A razão para o alto status dessas quatro espécies deve-se em parte ao fato de serem extremamente difundidas e infectarem uma ampla gama de culturas, mas em certa medida também é histórica e pode ser atribuída a um estudo de Taylor et al. (1982). Neste estudo, os autores relataram que *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* e *M. javanica* compuseram 99% de todas as espécies identificadas em mais de 660 isolados de 65 países.

Sasser & Freckman (1987), formularam um estudo com a finalidade de listar os nematoides mais prejudiciais para a agricultura, para isto os referidos autores entrevistaram 371 nematologistas em todo o mundo. Mais recentemente, um outro levantamento foi realizado com o mesmo propósito e contou com a participação de 225 nematologistas (JONES et al., 2013). Em ambos os casos, os votos foram

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas agrupados, resultando em uma lista dos 10 nematoides mais importantes para a agricultura (Tabela 01).

Tabela 01: Principais fitonematoides de importância econômica, segundo a opinião de nematologistas.

Classificação de Sasser e Freckman (1987)		Classificação de Jones et al. (2013)	
1º	<i>Meloidogyne</i>	1º	<i>Meloidogyne</i> spp.
2º	<i>Pratylenchus</i>	2º	<i>Heterodera</i> spp. e <i>Globodera</i> spp.
3º	<i>Heterodera</i>	3º	<i>Pratylenchus</i> spp.
4º	<i>Ditylenchus</i>	4º	<i>Radopholus similis</i>
5º	<i>Globodera</i>	5º	<i>Ditylenchus dipsaci</i>
6º	<i>Tylenchulus</i>	6º	<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>
7º	<i>Xiphinema</i>	7º	<i>Rotylenchulus reniformis</i>
8º	<i>Radopholus</i>	8º	<i>Xiphinema index</i>
9º	<i>Rotylenchulus</i>	9º	<i>Nacobbus aberrans</i>
10º	<i>Helicotylenchus</i>	10º	<i>Aphelenchoides besseyi</i>

De maneira geral as listas são semelhantes, principalmente nas primeiras cinco posições, e em ambos os estudos a importância dos nematoides do gênero *Meloidogyne* é evidenciada, sendo este o gênero classificado como o mais importante para ambos os autores. A importância desses nematoides para a agricultura também foi evidenciada por Onkendi et al. (2014).

2.2.1 *Meloidogyne enterolobii*

Meloidogyne enterolobii foi originalmente descrito parasitando e causando danos severos em uma população de Árvore-de-orelha-de-pacara (*Enterolobium contortisiliquum*) na ilha de Hainan na China (YANG & EISENBACK, 1983). Desde a descrição original, *M. enterolobii* tem sido o tópico de poucos estudos publicados, o que deu a impressão de que era uma espécie menor (CASTAGNONE-SERENO, 2012). É considerada uma espécie altamente polífaga com uma gama de hospedeiros semelhante à *M. incognita* (YANG & EISENBACK, 1983). A maioria dos hospedeiros registrados frequentemente incluem muitas hortaliças, por exemplo, tomate, pimenta e melancia (YANG & EISENBACK, 1983; RAMMAH & HIRSCHMANN, 1988), mas também goiabeira (GOMES et al., 2011), plantas ornamentais (Brito et al., 2010), ervas daninhas e plantas medicinais (RICH et al., 2009). Embora tendo poucos estudos disponíveis, *M. enterolobii* é uma espécie

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

altamente agressiva, proporcionando uma alta taxa de infestação nas raízes das plantas hospedeiras e induzindo a sintomas mais severos do que outras espécies de nematoides das galhas (CETINTAS et al., 2007).

Em áreas muito infestadas, o cultivo pode se tornar inviável, como para a goiabeira no Brasil (CARNEIRO et al., 2007). Além do mais, uma preocupação é a capacidade do *M. enterolobii* desenvolver-se em genótipos de culturas com resistência a as principais espécies de *Meloidogyne*, incluindo as resistentes algodão, batata-doce, tomate (gene Mi-1), batata (gene Mh), soja (gene Mir1), pimentão (gene N), doce pimenta (gene Tabasco) e feijão caupi (gene Rk) (YANG & EISENBACK, 1983; FARGETTE & BRAAKSMA, 1990; BERTHOU et al., 2003; BRITO et al., 2007; CETINTAS et al., 2008). Poucas culturas foram registradas como resistentes ao *M. enterolobii*, incluindo toranja, laranja azeda, alho e amendoim (RODRIGUEZ et al., 2003; BRITO et al., 2004).

Até recentemente, admitia-se que a distribuição de *M. enterolobii* era restrita a regiões com condições climáticas tropicais típicas, ou seja, África, América do Sul e Central, Caribe e Ásia. Em 2004, no decorrer da amostragem regulatória em viveiros ornamentais, o nematoide foi detectado na Flórida (BRITO et al., 2004). Além disso, a presença de *M. enterolobii* foi relatada em estufas na França e Suíça (KIEWNICK et al., 2008). Existe, a possibilidade de que sua distribuição tenha sido subestimada devido a erros de identificação em diferentes regiões do mundo, incluindo a Europa. Como também é provável que *M. enterolobii* possa sobreviver nas partes mais quentes da Europa e em estufas em toda a região, o risco de seu estabelecimento e disseminação nessa área é bastante provável (HELLMANN et al., 2008). Em 2010, *M. enterolobii* foi adicionado à lista de alerta da Organização Europeia de Proteção de Plantas Mediterrâneas (EPPO) (EPPO, 2010), o que significa que a EPPO recomenda a seus países membros que definam esse nematoide como uma praga quarentenária.

No Brasil, o primeiro relato desse nematoide causando severos danos em plantas cultivadas foi nos municípios de Petrolina-PE, Curaçá e Maniçoba-BA, em plantios comerciais de goiabeira (*Psidium guajava* L.) por Carneiro et al. (2001), os principais sintomas descritos foram a presença de galhas com grandes dimensões associadas a necroses do sistema radicular, resultando na diminuição drástica das

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas radicelas, importantes na nutrição da planta. Posteriormente *M. enterolobii* foi registrado em diversas regiões do País causando fortes danos em pomares comerciais de goiabeira, como: Rio de Janeiro (LIMA et al., 2003), Ceará (TORRES et al., 2005), Piauí (SILVA et al., 2006), Paraná (CARNEIRO et al., 2006), Mato Grosso do Sul (ASMUS et al., 2007), Espírito Santo (LIMA et al., 2007) e Maranhão (SILVA et al., 2008).

2.2.2 *Meloidogyne incognita*

O *Meloidogyne incognita* é um patógeno que provoca grande deformação no sistema radicular dos hospedeiros parasitados, provocando a formação de galhas, e causando fendas no córtex. Os sintomas mais frequentes em consequência da presença do patógeno são murcha, clorose e sintomas de deficiência nutricionais (BRASS et al., 2008). É uma espécie altamente polífaga, causando perdas econômicas significativas (TRUDGILL & BLOK, 2001), sendo prejudicial ao algodão (*Gossypium hirsutum*), beterraba sacarina (*Beta vulgaris*), tomate (*Solanum lycopersicum*), pimentão (*Capsicum annum*), melancia (*Citrullus lanatus*), melão (*Cucumis melo*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*), soja (*Glycine max*) entre outras (HARRIS-SHULTZ, 2015). Esta distribuída em todo o mundo e apresenta controle mais difícil que qualquer outra espécie do gênero *Meloidogyne* em função de apresentar alta variabilidade dentro da espécie, sendo conhecidas quatro raças para essa espécie (BRASS et al., 2008).

É um parasita que possui a capacidade de se desenvolver rapidamente sob condições apropriadas. Esse rápido crescimento populacional se deve principalmente à rapidez de seu ciclo biológico (cerca de 28 dias), combinada com a alta fecundidade das fêmeas. O número exato de ovos produzidos varia dependendo das condições ambientais. Sob condições favoráveis, uma única fêmea pode produzir 500 a 2000 ovos (ABAD et al., 2009). Os ovos possuem conchas contendo quitina como proteção e são depositados pela fêmea em uma matriz gelatinosa resistente à dessecação secretada pela fêmea. Embora existam machos, a reprodução ocorre exclusivamente via partenogênese mitótica (apomixia) (CASTAGNONE-SERENO, 2006).

2.2.3 *Meloidogyne javanica*

Meloidogyne javanica é uma das espécies mais importantes entre as que compõem o grupo dos nematoides das galhas, possuindo uma ampla gama de hospedeiros, variando das grandes culturas, de pastos e gramíneas, culturas hortícolas e ornamentais. Essa espécie é altamente adaptada as mais diversas condições ambientais (DE MEDEIROS et al., 2017). *M. javanica* está distribuído em todo o mundo, desenvolvendo-se em temperaturas que variam desde 3°C até o máximo de 36°C, podendo tolerar até 4 ou 5 meses sem chuvas, possui preferência por solos pobres em argila (PERRY et al., 2009).

A embriogênese do *M. javanica* vêm sendo estudada a mais de 40 anos, desde então foi relatado que os estágios de desenvolvimento do embrião são facilmente identificáveis, havendo oito fases na formação do ovo (MCCLURE & BIRD, 1976). Existem várias divisões celulares que conduzem à fase de alongamento adicional, resultando na primeira fase juvenil, o estágio J1 de *M. javanica* possui aproximadamente 500 células, a casca do ovo possui três camadas, sendo a camada vitelina bem periférica, sobre uma camada quitinosa e uma camada de lipídios mais interna, o ovo do *M. javanica* pode suportar longos períodos de seca e só eclodir em condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno (MCCLURE & BIRD, 1976).

2.3 Reação de plantas medicinais ao *Meloidogyne* spp.

Entre as diversas doenças que podem comprometer as características qualitativas e quantitativas das propriedades farmacológicas e produtivas das plantas medicinais, destacam-se os fitonematoides (MÔNACO et al., 2011). Dentre os fitonematoides constatados parasitando plantas medicinais, destacam-se os do gênero *Meloidogyne* (CORREA et al., 1991). Alguns estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de avaliar a reprodução de *Meloidogyne* spp. em espécies medicinais, a partir desses estudos, espécies resistentes ao *Meloidogyne* spp. podem ser identificadas e utilizadas como fontes de genes de resistência, além de sua utilização em sistemas de rotação de culturas visando diminuir a população do nematoide em áreas infestadas. Os principais resultados de alguns trabalhos que avaliaram a reação de plantas medicinais ao *Meloidogyne* spp. podem ser observados na tabela 02.

Tabela 02: Relações entre pesquisadores e a reação de algumas espécies de plantas medicinais à *Meloidogyne* spp.

Pesquisadores	<i>Meloidogyne</i> spp.	Reação	
		Suscetíveis	Resistentes
Maciel e Ferraz (1996)	<i>M. incognita</i> raça 2	Boldo e polígono	Mil-folhas, bardana, fortuna, bálsamo, macela e chagas
	<i>M. javanica</i>	Boldo, polígono, macela e chagas	Mil-folhas, bardana, fortuna e bálsamo
Karl et al. (1997)	<i>M. javanica</i>	Basilicão, tulsi, erva-cidreira e mentrasto	
Dias et al. (1998)	<i>M. incognita</i>	Mentrasto	Mil-folhas, bardana e fortuna
Park et al. (2004)	<i>M. hapla</i>	Angélica, bardana, astralogo, cártamo, acatá, erva-chinesa, coentro, alcaçuz, rubim, vinum, patchouli e alfenheiro	Plantago, japônica, aibika,
Mônaco et al. (2011)	<i>M. paranaensis</i>	Manjerição e boldo comum	Dente-de-leão, camomila, melissa, hissopo, erva-cidreira, fortuna e bálsamo
Baida et al. (2011)	<i>M. javanica</i>		Hissopo, manjerição verde, manjerição miúdo, endro, tomilho, guaco, boldo, boldinho, menta, manjerona, camomila e anis
	<i>M. incognita</i>	Camomila	Hissopo, manjerição verde, manjerição miúdo, endro, tomilho, guaco, boldo, boldinho, menta, mirra, bálsamo, arruda, manjerona e anis
Mendonça (2016)	<i>M. paranaenses</i>	Ginseng, hipérico, melissa e patchouli	Artemísia, vinca e catinga preta
Moreira et al. (2017)	<i>M. incognita</i>	Alfavaca, menta, hortelã graúdo, manjerição verde e alecrim	hortelã rasteira, erva-cidreira, capim santo, citronela e boldo do chile

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Maciel e Ferraz (1996) Avaliaram as taxas reprodutivas de *Meloidogyne incognita* raça 2 e de *Meloidogyne javanica* em oito espécies de plantas medicinais. As avaliações foram realizadas com base nos índices de massas de ovos e nos fatores de reprodução dos nematoides. Com relação aos resultados encontrados *Achillea millefolium* (mil-folhas), *Arctium lappa* (bardana), *Bryophyllum calycinum* (folha-da-fortuna) e *Crassula portulaca* (bálsamo) foram hospedeiras não eficientes ou desfavoráveis a ambas as espécies. *Plectranthus barbatus* (boldo) e *Polygonum hidropiperoides* (polígono) foram eficientes à reprodução das duas espécies. *Achyrocline satureoides* (macela) e *Tropaeolum majus* (chagas) foram eficientes para *M. javanica* e não para *M. incognita*.

Karl et al. (1997) testaram a patogenicidade de *Meloidogyne javanica* em basilicão (*Ocimum basilicum*), tulsi (*Ocimum sanctum*), erva-cidreira (*Melissa officinalis*), e mentrasto (*Ageratum conyzoides*). O nível de infecção pelo nematoide foi quantificado pelo número de galhas e de ovos por sistema radicular, expresso numa escala de 0 a 5. As quatro espécies avaliadas foram altamente suscetíveis, com todas as plantas inoculadas recebendo nota 5 em relação ao índice de galhas e ao número de ovos. Entretanto, apenas o basilicão mostrou-se intolerante a infecção por *M. javanica*, apresentando significativa redução no peso de massa fresca e massa seca da parte aérea.

Dias et al. (1998) avaliaram quatro espécies de plantas medicinais, em cultivo protegido, quanto a hospedabilidade ao *Meloidogyne incognita*. A reação das plantas medicinais foi realizada a partir da contagem dos ovos e juvenis das raízes, estimando-se o Índice de Susceptibilidade do Hospedeiro (ISH). *Achillea millefolium* (Mil-folhas), *Arctium lappa* (Bardana) e *Bryophyllum calycinum* (Fortuna), apresentaram-se como resistentes, enquanto que *Ageratum conyzoides* (Mentrasto), mostrou-se suscetível.

Em 2004 Park e colaboradores testaram 22 espécies de plantas medicinais quanto a hospedabilidade a *M. hapla*, em casa de vegetação. As avaliações foram realizadas com base no índice de galhas e no fator de reprodução. Doze dessas espécies (*Angelica dahurica* (angélica), *Arctium lappa* (bardana), *Astragalus membranaceus* (astralogo), *Carthamus tinctorius* (cártamo), *Codonopsis lanceolata* (acatá), *C. pilosula* (erva-chinesa), *Coriandran sativum* (coentro), *Glycyrrhiza*

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas *uralensis* (alcaçuz), *Leonurus sibiricus* (rubim), *Ligusticum tenuissimum* (vinum), *Ostericum koreanum* (patchouli) e *Peucedanum japonicum* (alfenheiro)) foram registradas como suscetíveis a *M. hapla*. *Cassia tora* (cássia), *Coix lachryma-jobi* (capiá) e *Perilla frutescens* (shiso) foram imunes, não sendo encontradas galhas nem nematoides nessas plantas. *Achyranthes japonica* (plantago), *Atractylodes japonica* (japônica), *Hibiscus manihot* (aibika), *Ricinus communis* e *Sophora flavescens* foram consideradas resistentes. *Scaber Aster* e *Agastache rugosa* foram tolerantes e hipersensíveis, respectivamente.

Em 2011 Mônaco e colaboradores estudaram o comportamento de 14 espécies de plantas medicinais ao *Meloidogyne paranaensis*. Avaliou-se a multiplicação dos nematoides nas raízes através da contagem de ovos e J2 nos sistemas radiculares, calculando-se os fatores de reprodução (FR). Foram consideradas resistentes as plantas com $FR < 1$, suscetíveis as com $FR \geq 1$ e imunes as com $FR=0$. As espécies que apresentaram resistência ao *M. paranaensis* foram *Taraxacum officinales* (dente-de-leão), *Matricaria recutita* (camomila), *Melissa Officinalis* (melissa), *Hyssopus officinalis* (hissopo), *Lippia alba* (erva-cidreira), *Kalanchoe pinnata* (fortuna) e *Sedum praealtum* (bálsamo); e as suscetíveis foram: *Ocimum basilicum* (manjeriço), *Plectranthus barbatus* (boldo comum).

Baida et al. (2011) avaliaram 15 espécies de plantas medicinais quanto a hospedabilidade ao *M. javanica* e *M. incognita*. As avaliações foram realizadas determinando-se o número de galhas e ovos, bem como foi realizada a determinação do fator de reprodução. Nos resultados encontrados para o *M. incognita*, a Camomila suscetível, com $FR = 1,64$, foi considerada uma boa hospedeira, as demais plantas foram consideradas resistentes, com $FR < 1$. Para *M. javanica*, todas as plantas se comportaram como resistentes, com $FR < 1$, ocorrendo imunidade para mirra, arruda e bálsamo, que apresentaram $FR = 0$.

Mendonça (2016) testou a reação de sete espécies de plantas medicinais quanto ao *M. paranaenses*. As avaliações foram realizadas através da determinação do índice de galhas e do fator de reprodução. Quanto aos resultados encontrados, os acessos *Pfaffia glomerata* (ginseng), *Hypericum perforatum* (hipérico) e *Melissa officinalis* (melissa) apresentaram-se como hospedeiros altamente suscetíveis ao *M. paranaensis*. *Pogostemon cablin* (patchouli) apresentou-se em situação

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

intermediária podendo ser classificado apenas como suscetível. *Artemisia annua* (artemísia) e *Catharanthus roseus* (vinca) apresentaram-se como altamente resistentes e *Cordia verbenacea* (catinga-preta) como resistente. *Catharanthus roseus* distinguiu-se por apresentar elevado índice de galhas, porém sem permitir a multiplicação do nematoide.

Moreira et al. (2017) avaliaram a susceptibilidade de 30 espécies, sendo 20 ornamentais e 10 medicinais (*Peumus boldus* (boldo do chile), *Ocimum gratissimum* (alfavaca), *Mentha arvensis* (menta), *Mentha Vilosa* (hortelã rasteira), *Plectranthus amboinicus* (hortelã graúdo), *O. basilicum* (manjerição verde), *Rosmarinus officinalis* (alecrim), *Cymbopogon citratus* (capim santo), *Lippia alba* (erva-cidreira), *C. winterianus* (citronela)) ao *M. incognita*. A avaliação das plantas foi realizada mensurando-se o número de galhas e de ovos, índice de massa de ovos, fator de reprodução e redução do fator de reprodução. A partir destas variáveis classificou-se a reação das plantas ao nematoide. Com relação às medicinais, as espécies *M. vilosa*, *L. alba* e *C. citratus*, *C. winterianus* e *P. boldus* não apresentaram galhas em seus sistemas radiculares, as outras espécies comportaram-se como medianamente suscetíveis, com poucas galhas e, ou fêmeas isoladas em suas raízes.

REFERENCIAS

- Abad P, Castagnone-Sereno P, Engler JA and Favery B (2009) Invasion, feeding and development. In: Perry, R.; Moens, M. & Starr, J.L. (eds). Root-knot Nematodes. Cambridge, MA, USA, **CABI International**: 163-181.
- Abdellaoui SE, Destandau E, Toribio A, Elfakir C, Lafosse M, Renimel I, André P, Cancellieri P and Landemarre I (2010) Bioactive molecules in *Kalanchoe pinnata* leaves: extraction, purification, and identification. **Analytical and Bioanalytical Chemistry** **398**: 1329–1338.
- Agrios GN (2005) **Plant Pathology**. 5th eds. Department of Plant Pathology. University of Florida, 922p.
- Ajiboye AA, Fadimu OY, Ajiboye MD, Agboola DA, Adelaja AB and Bem AA (2014) Phytochemical and nutritional constituents of some common vegetables in South-West, Nigeria. **Global J. Sci. Frontier Res.** **14**: 49-54.
- Akerele O (1993) Nature's medical botany do not throw it away. **World Health Forum** **14**: 390395.
- Almanza LV (2012) **Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán Universidad Nacional Autónoma de México**, Fascículo, pp. 1–17.
- Alzugaray D and Alzugaray C (1983) **Plantas que curam**. Rio de Janeiro: sn, v. 1
- Amaral CLF and Silva AB (2003) Melhoramento Biotecnológico de Plantas Medicinais: Produção de alcaloides e óleos essenciais. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento** **30**: 55-59.
- Amaral, ACF Simões, EV and Ferreira, JLP (2005) **Coletânea científica de plantas de uso medicinal**. Fiocruz, Curitiba, 222p.
- Araújo FP and Oliveira PE (2007) Biologia floral de *Costus spiralis* (Jacq) Roscoe (Costaceae) e mecanismos para evitar a autopolinização. **Rev. Bras. Bot.** **30(1)**: 61-70.
- Asadi SY, Parsaei P, Karimi M, Ezzati S, Zamiri A, Mohammadizadeh F and Rafieian-kopaei M. (2013) Effect of green tea (*Camellia sinensis*) extract on healing process of surgical wounds in rat. **International Journal of Surgery** **11(4)**: 332-337.
- Asmus GL, Vicentini EM and Carneiro RMDG (2007) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Estado do Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira** **31(2)**: 112.
- Azadmehr A, Hajiaghvae R, Afshari A, Amirghofran Z, Rafieian-Kopaei M, Yousofi Darani H and Shirzad H (2011) Evaluation of in vivo immune response activity and in vitro anti-cancer effect by *Scrophularia megalantha*. **Journal of Medicinal Plants Research** **5(11)**: 2365-2368.
- Aziz SSSA, Sukari MA, Rahmani M, Kitajima M, Aimi N, and Ahpandi NJ (2010) Coumarins from *Murraya paniculata* (Rutaceae). **The Malaysian Journal of Analytical Sciences** **14**: 1-5.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Babahmani M, Banihabib E, Rafieian-kopaei M and Gholami-ahangaran M. (2014) Comparison of disinfection activities of nicotine with copper sulphate in water containing *Limnatis nilotica*. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi** **21**: 9-11.

Baida FC, Santiago DC, Vidal LHI, Baida LC and Stroze CT (2011) Medicinal plants' hosting ability for nematode *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. **Nematropica** **41(1)**: 150-153.

Baldwin JG, Nadler SA and Adams BJ (2004) Evolution of plant parasitism among nematodes. **Annu. Rev. Phytopathol.** **42**: 83-105.

Barroso GM (1986) **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 310p.

Behradmanesh S, Horestani MK, Baradaran A and Nasrl H (2013) Association of serum uric acid with proteinuria in type 2 diabetic patients. **The official journal of Isfahan University of Medical Sciences** **18(1)**: 44-46.

Benelli G, Pavela R, Giordani C, Casettari L, Curzi G, Cappellacci L and Maggi, F (2018) Acute and sub-lethal toxicity of eight essential oils of commercial interest against the filariasis mosquito *Culex quinquefasciatus* and the housefly *Musca domestica*. **Industrial Crops and Products** **112**: 668-680.

Berthou F, Kouassi A, Bossis M, Dantec JP, Eddaoudi M, Ferji Z, Pelle R, Taghzouti M, Ellisseche D and Mugniéry D (2003) Enhancing the resistance of the potato to Southern root-knot nematodes by using *Solanum sparsipilum* germplasm. **Euphytica** **132**: 57- 65.

Bird AF, Downton WJS and Hawker JS (1975) Cellulase secretion by second stage larvae of the root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*). **Marcellia** **38**: 165–169.

Bird DM and Kaloshian I (2003) Are roots special? Nematodes have their say. **Physiological and Molecular Plant Pathology** **62(2)**: 115-123.

Blaxter MM, Dorris M and De Ley P (2000) Patterns and processes in the evolution of animal parasitic nematodes. **Nematology** **2**: 43–55.

Boorhem RL (1999) **Segredos e virtudes das plantas medicinais**. Reader's Digest Brasil Ltda, Rio de Janeiro, 416 p.

Bora KS and Sharma A (2010) Neuroprotective effect of *Artemisia absinthium* L. on focalischemia and reperfusion-induced cerebral injury. **Journal of Ethnopharmacology** **129**: 403–409.

Bozin B, Mimica-Dukic N, Simin N, and Anackov G (2006) Characterization of the volatile composition of essential oils of some Lamiaceae spices and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. **Journal of agricultural and food chemistry** **54(5)**: 1822-1828.

Braga FG, Bouzada MLM, Fabri RL, Matos MDO, Moreira FO, Scio E and Coimbra ES (2007) Antileishmanial and antifungal activity of plants used in traditional medicine in Brazil. **Journal of ethnopharmacology** **111(2)**: 396-402.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Brass F, Veronezze N, Pacheco E and Bosquê G (2008) Aspectos biológicos do *Meloidogyne* spp. relevantes à cultura de café. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia 7**: 7-14.

Brião D, Artico LL, Líma FP and Menezes APS (2016) Utilização de plantas medicinais em um município inserido no Bioma Pampa Brasileiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde 14 (2)**: 206-219.

Brito JA, Kaur R, Cetintas R, Stanley JD, Mendes ML, Powers TO and Dickson DW (2010) *Meloidogyne* spp. infecting ornamental plants in Florida. **Nematropica 40**: 87-103.

Brito JA, Powers TO, Mullin PG, Inserra RN and Dickson DW (2004) Morphological and molecular characterization of *Meloidogyne mayaguensis* from Florida. **Journal of Nematology 36**: 232-240.

Brito JA, Stanley JD, Kaur R, Cetintas R, Di Vito M, Thies JA and Dickson DW (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**: 327-332.

Campbell DG and Hammond HD (1989) **Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future**. New York Botanical Garden.

Carneiro FM, Silva MJP, Borges LL, Albernaz LC and Costa JDP (2014) Tendências dos estudos com plantas medicinais no Brasil. **Revista Sapiência 3(2)**: 44-75.

Carneiro RG, Mônico APA, Moritz MP, Nakamura KC and Scherer A (2006) Identificação de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e em Plantas invasoras, em solo argiloso, no Estado do Paraná. **Nematologia Brasileira 30(3)**: 293-298.

Carneiro RMD, Moreira WA, Almeida MRA and Gomes ACMM (2001) Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira 25(2)**: 223-228.

Carneiro RMDG, Cirotto PA, Quintanilha AP, Silva DB and Carneiro, RG (2007) Resistance to *Meloidogyne mayaguensis* in *Psidium* spp. accessions and their grafting compatibility with *P. guajava* cv. Paluma. **Fitopatologia Brasileira 32**: 281-284.

Castagnone-Sereno P (2006) Genetic variability and adaptive evolution in parthenogenetic root-knot nematodes. **Heredity 96(4)**: 282-289.

Castagnone-Sereno P (2012) *Meloidogyne enterolobii* (= *M. mayaguensis*): profile of an emerging, highly pathogenic, root-knot nematode species. **Nematology 14(2)**: 133-138.

Castro CEF, Gonçalves C, Moreira SR and Faria AO (2012) *Costus* e outras espécies da família Costaceae. In Paiva PDO and Almeida EFA **Produção de flores de corte**. UFLA, Lavras, p.178-221.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Castro DM, Ming LC and Marques MOM (2002) Composição fitoquímica dos óleos essenciais de folhas de *Lippia alba* (Mill.) NE Br. em diferentes épocas de colheita e partes do ramo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**: 75-79.

Cavalcanti PP (2014) Conhecimento e uso de plantas medicinais por usuários de duas unidades básicas de saúde. **Rev. Rene** **15(3)**: 383-390.

Cetintas R, Brito JA and Dickson DW (2008) Virulence of four Florida isolates of *Meloidogyne mayaguensis* to selected soybean genotypes. **Nematropica** **38**: 127-135.

Cetintas R, Kaur R, Brito JA, Mendes ML, Nyczepir AP and Dickson DW (2007) Pathogenicity and reproductive potential of *Meloidogyne mayaguensis* and *M. floridensis* compared with three common *Meloidogyne* spp. **Nematropica** **37**: 21-31.

Chang L (2017) Acanthaceae. In **Identification and Control of Common Weeds: Volume 3**. Springer, Singapore, p. 329-338.

Corrêa júnior C and Scheffer MC (2013) **Boas práticas agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Instituto EMATER, Curitiba, 52 p.

Costa ACDO, Fernandes JM, Neto TDSN, Mendonça JN, Tomaz JC, Lopes NP and Zucolotto SM (2015) Quantification of Chemical Marker of *Kalanchoe brasiliensis* (Crassulaceae) Leaves by HPLC–DAD. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies** **38(7)**: 795-800.

Coutinho, LA (2001) A floresta do dinheiro. **Veja** **34(1714)**: 76-81.

Coutinho MAS, Muzitano MF and Costa SS (2009) Flavonoides: Potenciais agentes terapêuticos para o processo inflamatório. **Revista Virtual de Química** **1**: 241-256.

Couvreur TL, Franzke A, Al-Shehbaz IA, Bakker FT, Koch MA and Mummenhoff K (2010) Molecular phylogenetics, temporal diversification, and principles of evolution in the mustard family (Brassicaceae). **Molecular Biology and Evolution** **27(1)**: 55–71.

Cronquist A (1981) **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**. Columbia University Press, New York, 519p.

Datwyler SL and Weiblen GD (2004) On the origin of the fig: phylogenetic relationships of Moraceae from ndhF sequences. **American Journal of Botany** **91**: 767–777.

Davis RF and Anderson WF (2012) Identification of widely varying levels of resistance to *Meloidogyne incognita* in sweet sorghum. **J. Nematol**, **44**: 475.

Dewick PM (2002) **Medicinal Natural Products – A Biosynthetic Approach**. John Wiley & Sons, New York, 544p.

Días CR, Maciel SL, Vida JB and Scapim CA (1998) Efeito de quatro espécies de plantas medicinais sobre *Meloidogyne incognita* (Kofoid & Whiye, 1919) Chitwood, 1949, em cultivo protegido. **Nematologia brasileira** **22(02)**: 58-65.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Duarte MR and Lopes JF (2005) Leaf and stem morphoanatomy of *Petiveria alliacea*. **Fitoterapia** **76**: 599–607.

Dutra RC, Campos MM, Santos AR and Calixto JB (2016) Medicinal plants in Brazil: Pharmacological studies, drug discovery, challenges and perspectives. **Pharmacological research** **112**: 4-29.

Elling AA (2013) Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. **Phytopathology** **103(11)**: 1092-1102.

EPPO (2010). *EPPO A1 and A2 lists of pest recommended for regulation as quarantine pests*. EPPO standard PM 1/2.

Evans WC (2009) **Trease and Evans Pharmacognosy**. W. B. Saunders Publisher, New York. 16th ed. 480p.

Ezcurra C (2002) El género *Justicia* (Acanthaceae) en Sudamérica Austral. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **89**: 225-280.

Fargette M and Braaksma R (1990) Use of the esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 3. A study of some 'B' race lines and their taxonomic position. **Revue de Nématologie** **13**: 375-386.

Farnsworth NR and Soejarto DD (1991) Global importance of medicinal plants. In Akerele O, Heywood V, and Syngé H (Eds.) **The Conservation of Medicinal Plants**. Cambridge University Press, Cambridge: 25-51.

Farnsworth NR (1994) Ethnopharmacology and drug development. **Ciba Foundation Symposium** **185**: 42–51.

Fazari A, Palloix A, Wang L, Yan Hua M, Sage-Palloix AM, Zhang BX, Djian-Caporalino C (2012) The root-knot nematode resistance N-gene co-localizes in the Me-genes cluster on the pepper (*Capsicum annuum* L.) P9 chromosome. **Plant Breed** **131(5)**: 665–673

Ferracane R, Graziani G, Gallo M, Fogliano V and Ritieni A (2010) Metabolic profile of the bioactive compounds of burdock (*Arctium lappa*) seeds, roots and leaves. **Journal of pharmaceutical and biomedical analysis** **51(2)**: 399-404.

Forzza RC, Baumgratz JF, Bicudo CEM, Canhos DALC, Anibal AC, Marcus AN, Costa AFC, Hopkins DP, Leitman MG, Lohmann LG, Lughadha EN, Maia LCM, Menezes G, Morim M, Peixoto MP, Pirani AL, Prado JR, Queiroz J, Souza LP, Souza S, Castro V, Stehmann JR, Sylvestre L, Walter S, Bruno MT and Zappi DC (2012) New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. **Bioscience** **62**: 39–45.

Freitas LG, Podestá GS, Ferraz S and Coutinho MM (2009) Supressividade de solo a *Meloidogyne* por *Pasteuria penetrans* nos Estados do Maranhão e Santa Catarina. Biocontrole de doenças de plantas: usos e perspectivas. **Embrapa**: 153-172.

Garrett RH and Grisham CM (1995) **Biochemistry, Saunders Coll.** Publishing: Orlando.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Giuliani C And Maleci BL (2008) Insight into the structure and chemistry of glandular trichomes of Labiatae, with emphasis on subfamily Lamioideae. **Plant Systematic and Evolution** **276**: 199-208.

Gomes PB, Noronha EC, Melo CTV, Bezerra JNS, Neto MA, Lino CS, Vasconcelos SMM, Viana GSB and Sousa FCF (2008) Central effects of isolated fraction from the root of *Petiveria alliacea* L. (tipi) in mice. **Journal Ethnopharmacol.** **120**: 209–214.

Gomes PB, Oliveira MMS, Nogueira CRA, Noronha EC, Carneiro LMV, Bezerra JNS, Neto MA, Vasconcelos SMM, Fonteles MMF, Viana GSB and De Sousa FCF (2005) Study of antinociceptive effect of isolated fractions from *Petiveria alliacea* L. (tipi) in mice. **Biological and Pharmaceutical Bulletin** **28(1)**: 42-46.

Gomes VM, Souza RM, Mussi-Dias V, Da Silveira SF, and Dolinski C (2011) Guava decline: a complex disease involving *Meloidogyne mayaguensis* and *Fusarium solani*. **Journal of Phytopathology** **159**: 45-50.

Grenand P, Moretti C and Jacquemin H (1987) **Pharmacope" es traditionelies en Guyane: Creoles, Palikur, Wayapi.** Orstom, Paris.

Gruenwald J, Brendeler T, Jaenicke C and Fleming T (2000) **Physicians' desk reference (PDR) for herbal medicines.** Medical Economics Company, Montvale-w Jersey, 575p.

Gurib-Fakim A. (2006) Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. **Molecular aspects of Medicine** **27 (1)**: 1-93.

Hafidh RR, Faridah A, Abdulamir AS, Fatemeh J, Fatimah AB and Zamberi S (2009) A review: cancer research of natural products in Asia. **International Journal of Cancer Research** **5(2)**: 69-82.

Harris-Shultz KR, Davis RF, Knoll JE, Anderson W and Wang H (2015) Inheritance and identification of a major quantitative trait locus (QTL) that confers resistance to *Meloidogyne incognita* and a novel QTL for plant height in sweet sorghum. **Phytopathology** **105(12)**: 1522-1528.

Hawkes JG (1999) The economic importance of the family Solanaceae. In Nee M, Symon DE, Lester RN and Jessop JP (Eds.) **Solanaceae.** Royal Botanic Gardens, Kew, p. 1-8.

Hellmann J, Byers JE, Bierwagen BG and Dukes JS (2008) Five potential consequences of climate change for invasive species. **Conservation Biology** **22**: 534-543.

HOLM L, PLUCKNETT D, PANCHO J, HERBERGER J. The world's worst weeds. Distribution and biology. Honolulu: East West Center Books, 1977, 609.

Hunt D and Handoo Z (2009) Taxonomy, identification and principal species. In Perry RN, Moens M, Star JL (eds.) **Root Knot Nematodes.** CABI International, London, p. 55-88.

Hussain F, Badshah L and Dastagir G (2006) Folk medicinal uses of some plants of South Waziristan, Pakistan. **Pak. J. Pl. Sci.** **12(1)**: 27-39.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Mediciniais aos Nematoides das Galhas

Hussey RS and Grundler FMW (1998) Nematode parasitism of plants. In Perry RN and Wright DJ (eds.) **The Physiology and Biochemistry of Free-Living and Plant-Parasitic Nematodes**. CABI Publishing, Wallingford: p. 213–243.

Hussey RS (1989) Disease-inducing secretions of plant-parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology** **127**: 123–141.

Ivanescu B, Vlase L, Corciova A and Lazar MI (2010) HPLC-DAD-MS study of polyphenols from *Artemisia absinthium*, *A. annua*, and *A. vulgaris*. **Chemistry of natural compounds** **46(3)**: 468-470.

Jayasinghe ULB, Samarakoon TB, Kumarihamy BMM, Hara N and Fujimoto Y (2008) Four new prenylated flavonoids and xanthenes from the root bark of *Artocarpus nobilis*. **Fitoterapia** **79(1)**: 37-41.

Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA and Stevens PF (2002) *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. **Sinauer Associates Sunderland** 464: 3-4.

Judzentiene A and Mockute D (2005) The inflorescence and leaf essential oils of *Tanacetum vulgare* L. var. *vulgare* growing wild in Lithuania. **Biochemical systematics and ecology** **33(5)**: 487-498.

Kar DM, Nanda BK, Rout SP, Deb L, Panchawat S and Jain A (2010) Study of anti-ulcer of hydro-alcoholic extract of leaves of *Withania somnifera* Linn. **Hamdard Medicus** **53(2)**: 81-87.

Karl AC, Souza RM and Mattos JKA (1997) Patogenicidade de *Meloidogyne javanica* em quatro espécies de plantas medicinais. **Horticultura Brasileira** **15(2)**: 118-121.

Karthikeyan M and Deepa K (2010) Effect of ethanolic extract of *Premna corymbosa* (Burm. F.) Rottl. & Willd. leaves in complete Freund's adjuvant-induced arthritis in Wistar albino rats. **Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology**. **21**: 15-26.

Khan SU, Wazir SM, Subhan M, Zahoor M, Kamal M and Taj S (2009) Some of the ethnobotanical important plants of F. R. Bannu, NWFP. **Pak. J. Pl. Sci.** **15(1)**: 81-85.

Khosravi-Boroujeni H, Sarrafzadegan N, Mohammadifard N, Sajjadi F, Maghroun M, Asgari S and Azadbakht L (2013) White rice consumption and CVD risk factors among Iranian population. **Journal of health, population, and nutrition** **31(2)**: 252-261.

Kiewnick S, Karssen G, Brito JA, Oggenfuss M and Frey JE (2008) First report of root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* on tomato and cucumber in Switzerland. **Plant Disease** **92(9)**: 1370-1370.

Killeen TJ (1998) Vegetation and flora of Parque Nacional Noel Kempff Mercado. In Killeen TJ and Schulenberg TS (Eds.) **A biological assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia**. **RAP Working Papers**, Conservation International, Washington D.C., p. 61–85.

Knapp L (2001) Fitoterapia abre novos campos de pesquisa. **Gazeta Mercantil** **1**: 1-6.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Krishnaraju AV, Rao TV, Sundararaju D, Vanisree M, Tsay HS and Subbaraju GV (2005) Assessment of bioactivity of Indian medicinal plants using brine shrimp (*Artemia salina*) lethality assay. **Int J Appl Sci Eng 3(2)**: 125-134.

Lambert KN, Allen KD, and Sussex IM (1999) Cloning and characterization of an esophageal-gland-specific chorismate mutase from the phytoparasitic nematode *Meloidogyne javanica*. **Molecular Plant-Microbe Interactions 12(4)**: 328-336.

Lee YJ, Kim S, Lee SJ, Ham I and Whang WK (2009) Antioxydant activities of new flavonoids from *Cudrania tricuspidata* root bark. **Archives of Pharmacal Research 32**: 195–200.

Leite IA, De Moraes AM, Carneiro RG and Leite CA (2015) A etnobotânica de Plantas Medicinais no Município de São José de Espinharas, Paraíba, Brasil. **Biodiversidade, 14(1)**: 77-80.

Leung AY and Foster S (1996) **Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs, and Cosmetics**, Wiley, New York.

Lewis WJ, Van Lenteren JC, Phatak SC and Tumlinson JH (1997) A total system approach to sustainable pest management. **Proceedings of the National Academy of Sciences 94(23)**: 12243-12248.

Lima IM, Dolinski CM and Souza RD (2003) Dispersão de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabais de São João da Barra (RJ) e relato de novos hospedeiros dentre plantas invasoras e cultivadas. **Nematologia Brasileira 27(2)**: 257-258.

Lima IM, Martins MVV, Serrano LAL and Carneiro RMDG (2007) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira cv. Paluma no estado do Espírito Santo. **Nematologia Brasileira 31(2)**: 132-133.

Lima-Saraiva SRG, Saraiva HCC, Oliveira-Junior RG, Silva JC, Damasceno CMD and Almeida JPGS (2015) A implantação do programa de plantas medicinais e fitoterápicos no sistema público de saúde no Brasil: uma revisão de literatura. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa e Inovação 1(1)**: 1-11.

Lorenzi H and Matos FJA (2008) **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**, Nova Odessa, São Paulo, 544p.

Low T, Rodd T and Beresford R (1999) **Segredos e Virtudes das Plantas medicinais**, Reader's Digest Brasil, Rio de Janeiro, 416p.

Luo K, Chen S, Chen K, Song J, Yao H, Ma X, and Liu Z (2010) Assessment of candidate plant DNA barcodes using the Rutaceae family. **Science China Life Sciences 53(6)**: 701-708.

Machado MCFDP and Junior MRDM (2009) Avaliação do efeito antitumoral da *Kalanchoe brasiliensis* sobre o sarcoma 180 em camundongos. **Revista Eletrônica de Farmácia 6(1)**: 1-6.

Machumi F, Samoylenko V, Yenesew A, Derese S, Midiwo JO, Wiggers FT, Jacob MR, Tekwani BL, Khan SI, Walker LA and Muhammad I (2010) Antimicrobial and

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

antiparasitic abietane diterpenoids from the roots of *Clerodendrum eriophyllum*. **Natural Product Communications 5**: 853-858.

Maciel SL and Ferraz LCCB (1996) Reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 2 e de *Meloidogyne javanica* em oito espécies de plantas medicinais. **Scientia Agricola 53(3)**: 232-236.

Madihi Y, Merrikhi A and Baradaran A (2013) Bioactive components and the effect of hydroalcoholic extract of *Vaccinium myrtillus* on postprandial atherosclerosis risk factors in rabbits. **Pak J Med Sci. 29**: 384-389.

Marchioretto MS, Senna L and Siqueira JC (2010) *Amaranthaceae*. In Lista de Especies da Flora do Brasil, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Martins ER, Castro DM de, Castellani DC and Dias JE (2000) **Plantas medicinais**. Editora UFV, Viçosa, 220p.

Mcclure MA and Bird AF (1976) The tylenchid (Nematoda) egg shell: formation of the egg shell in *Meloidogyne javanica*. **Parasitology 72**:29 – 39..

Mendonça, CI (2016) Multiplicação do nematoide *Meloidogyne paranaensis* e velocidade de enraizamento de estacas caulinares em sete espécies de plantas medicinais. Brasília, 99 f. II. Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.

Menezes FS, Borsatto ÂS, Pereira, NA, Matos FJA and Kaplan MAC (1998) Chamaedrydiol, an ursane triterpene from *Marsypianthes chamaedrys*. **Phytochemistry 48(2)**: 323-325.

Mônaco APDA, Carneiro RG, Scherer A and Santiago DC (2011) Hospedabilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira 35**: 46-49.

Montanari Junior I (2002) **Aspectos da produção comercial de plantas medicinais nativas**. CPQBA-UNICAMP, Campinas, 7p.

Moreira FJC, Santos CDG, da Silva GS and 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(4)**: 701-711.

Mors WB, Rizzini CT and Pereira NA (2000) Medicinal plants of Brazil. Reference Publications, Inc.

Nasir YJ (1985) Flora of Pakistan, Solanaceae. In Ali SI and Qaiser M (eds.) Flora of Pakistan, Pakistan Agriculture Research Council, Islamabad, p.168.

Nicholas A and Baijnath H (1994) A consensus classification for the order Gentianales with additional details on the suborder Apocynineae. **The Botanical Review 60(4)**: 440-482.

Nickle WR (1991) **Manual of Agricultural Nematology**, Marcel Dekker, New York, 71p.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

OECD (2017) Health at a Glance 2017: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2017-en.

Oliveira CM, Auad AM, Mendes SM and Frizzas MR (2014) Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**: 50-56.

Ozkan M (2008) Glandular and eglandular hairs of *Salvia recognita* Fisch. & Mey. (Lamiaceae) in Turkey. **Bangladesh Journal of Botany** **37**: 93-95.

Pae HO, Oh H, Yun YG, Oh GS, Jang SI and Hwang KM (2002) Imperatorin, a furanocoumarin from *Angelica dahurica* (Umbelliferae), induces cytochrome c-dependent apoptosis in human promyelocytic leukaemia, HL-60 cells. **Pharmacol Toxicol** **91**: 40–48.

Park SD, Kim JC and Khan Z (2004) Host status of medicinal plants for *Meloidogyne* hapla. **Nematropica**. **34 (1)**: 39-43.

Pereira MDM, Jácome RLRP, Alcântara ADC, Alves RB and Raslan DS (2007) Alcalóides indólicos isolados de espécies do gênero *Aspidosperma* (Apocynaceae). **Química Nova** **30**: 970-983.

Pérez C, Falero A, Hung BR, Ledón T and Fando R (2008) Antibacterial effect of *Costus spiralis* leaves extract on pathogenic strains of *Vibrio cholerae*. **Rev. Cenic: Ciên. Biol. La Habana**: **39(1)**: 70-2.

Perry RN, Moens M and Starr JL (2009) **Root-Knot Nematodes**. CAB International, Wallingford, 487p.

Petenatti ME, Del Vitto LA, Téves MR, Caffini NO, Marchevsky EJ and Pellerano RG (2011) Evaluation of macro and micro minerals in crude drugs and infusions of five herbs widely used as sedatives. **Revista Brasileira de Farmacognosia** **21(6)**: 1144-1149.

Pimenov MG, Leonov MV (1993) The genera of the Umbelliferae Kew: Royal Botanic Gardens do Brasil. **Acta Biol. Leopold.** **9(1)**: 99-110.

Profice SR, Kameyama C, Côrtes ALA, Braz DM, Indriunas A, Vilar T, Pessoa C, Ezcurra C and Wasshausen D (2010) Acanthaceae. In Forzza RC, Leitman PM, Costa A, Carvalho Jr AAD, Peixoto AL, Walter BMT and Martinelli G (orgs.). Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Qureshi RU, Bhatti GR and Memon RA (2010) Ethnomedicinal uses of herbs from northern part of Nara Desert, Pakistan. **Pak. J. Bot.** **42(2)**: 839-851.

Rabiei Z, Rafieian-Kopaei M, Heidarian E, Saghaei E and Mokhtari S (2014) Effects of *Zizyphus jujube* extract on memory and learning impairment induced by bilateral electric lesions of the nucleus Basalis of Meynert in rat. **Neurochem Res** **39**: 353-360.

Rahmatullah M, Jahan R, Azam FS, Hossan S, Mollik MAH and Rahman T (2011) Folk medicinal uses of Verbenaceae family plants in Bangladesh. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines** **8(5S)**.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

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

Ribeiro JELS, Hopkins MJG, Vicentini A, Sothers CA, Costa MAS, Brito JM, Souza MAD, Martins LHP, Lohmann LG, Assunção PACL, Pereira EC, Silva CF, Mesquita MR, Procópio LC (1999) **Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-Firme na Amazônia Central**, INPA, Manaus, 238 p.

Ricardo LM, Dias BM, Mügge FL, Leite VV and Brandão MG (2018). Evidence of traditionality of Brazilian medicinal plants: The case studies of *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (barbatimão) barks and *Copaifera* spp.(copaíba) oleoresin in wound healing. **Journal of ethnopharmacology** **219**: 319-336.

Rich JR, Brito JA, Kaur R and Ferrell JA (2009) Weed species as hosts of *Meloidogyne*: a review. **Nematropica** **39**: 157-185.

Robinson AF, Heald CM, Flanagan SL, Thames WH and Amador J (1987) Geographical distributions of *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne incognita*, and *Tylenchulus semipenetrans* in the Lower Rio Grande Valley as related to soil texture and land use. **Journal of nematology**: 19(Annals 1), 20.

Rocha AI, Luz AI and Rodrigues WA (1982) A presença de alcalóides em espécies botânicas da Amazônia, VII-Apocynaceae. **Acta Amazonica** **12(2)**: 381-387.

Rodriguez MG, Sanchez L and Rowe J (2003) Host status of agriculturally important plant families to the rootknot nematode *Meloidogyne mayaguensis* in Cuba. **Nematropica** **33**: 125-130.

Rodriguez-Trelles F, Tarrío R and Ayala FJ (2002) A methodological bias toward overestimation of molecular evolutionary time scales. **Proceedings of the National Academy of Sciences** **99(12)**: 8112-8115.

Sadeghi M, Khosravi-Boroujeni H, Sarrafzadegan N, Asgary S, Roohafza H, Gharipour M and Rafieian-Kopaei M (2014) Cheese consumption in relation to cardiovascular risk factors among Iranian adults-IHHP Study. **Nutrition research and practice** **8(3)**: 336-341.

Samuelsson T (2004) Identification and analysis of ribonuclease P and MRP RNA in a broad range of eukaryotes. **Nucleic acids research** **33(14)**: 4485-4495.

Sanderson MJ (2003) Molecular data from 27 proteins do not support a Precambrian origin of land plants. **Am. J. Bot.** **90**: 954– 56.

Sarac N and Ugur A (2007) Antimicrobial activities and usage in folkloric medicine of some Lamiaceae species growing in Mugla, Turkey. **EurAsian Journal of BioSciences** **4**: 28-37.

Sarker SD, Latif Z and Nash RJ (2001) Application of gradient-enhanced nuclear Overhauser effect spectroscopy (GOESY) in the structure elucidation of plant

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

secondary metabolites. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques* **12(1)**: 23-27.

Sayed-Ahmad B, Talou T, Saad Z, Hijazi A and Merah O (2017) The Apiaceae: Ethnomedicinal family as source for industrial uses. *Industrial Crops and Products* **109**: 661-671.

Schultes RE and Raffauf RF (1990) *The healing forest: medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia*, Dioscorides Press, New York, 484p.

Setorki M, Nazari B, Asgary S, Azadbakht L and Rafieian-Kopaei (2011) Antiatherosclerotic effects of verjuice on hypocholesterolemic rabbits. *Afr J Pharm Pharmacol.* **5**: 1038-1045.

Shirzad H, Taji F and Rafieian-Kopaei M (2011) Correlation between antioxidant activity of garlic extracts and WEHI-164 fibrosarcoma tumor growth in BALB/c mice. *Journal of medicinal food* **14(9)**: 969-974.

Siddiqi MR (1983) Evolution of plant parasitism in nematodes. In **Concepts in Nematode Systematics**. AR Stone, London, p. 113–129.

Silva BP, Parente JP and Antunes AS (2000) Flavonol glycosides from *Costus spicatus*. *Phytochemistry* **53**: 87- 92.

Silva BP, Parente JP (2004) New steroidal saponins from rhizomes of *Costus spiralis*. *Z. Naturforsch.* **59 (1-2)**: 81-85.

Silva GS, Athayde Sobrinho C, Pereira AL and Santos JM (2006) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Estado do Piauí. *Nematologia Brasileira* **30(3)**: 307-309.

Silva GS, Pereira AL, Araújo JRG and Carneiro RMDG (2008) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em *Psidium guajava* no Estado do Maranhão. *Nematologia Brasileira* **32(3)**: 242-243.

Simões CMO (2003) **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 1102 p.

Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA and Petrovick PR (2004) **Farmacognosia da Planta ao Medicamento**. Editora da UFSC, Porto Alegre 724 p.

Simões CMO (2001) *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. UFRGS, Florianópolis, 702 p.

Singh V and Jain DK (2007) *Taxonomy of angiosperms*. Rastogi publications, Nova Deli, 298 p.

Siqueira JD (1987) Importância alimentícia e medicinal das amarantáceas do Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia* **9(1)**: 99-110.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Souza VC and Lorenzi H (2005) Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, São Paulo, 640 p.

Stevenson DWM and Stevenson JW (2004) Costaceae (Costus Family). In Smith N, Mori SA, Henderson A, Stevenson DW and Heald SV (eds.) **Flowering Plants of The Neotropics**. Princeton University Press, Princeton, p. 429-431.

STROZE CT (2013) **Resistência de Plantas Medicinais a *Meloidogyne javanica* e *M. paranaensis***. 2013. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

Szakiel A, Ruszkowski D and Janiszowska W (2005) Saponins in *Calendula officinalis* L.–structure, biosynthesis, transport and biological activity. **Phytochemistry Reviews** **4(2-3)**: 151-158.

Tapia Y, Diaz O, Pizarro C, Segura R, Vines M, Zúñiga G and Moreno-Jiménez E (2013) *Atriplex atacamensis* and *Atriplex halimus* resist As contamination in Pre-Andean soils (northern Chile). **Science of the total environment** **450**: 188-196.

Taylor AL, Sasser JN and Nelson LA (1982) **Relationships of climate and soil characteristics to geographical distribution of *Meloidogyne* species in agricultural soils**. Cooperative Publication, Raleigh, 65 p.

Torres GRC, Sales-Júnior R, Rehn VNC, Pedrosa EMR and Moura RM (2005) Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Estado do Ceará. **Nematologia Brasileira** **29(1)**: 105-107.

Trevisan MTS, Bezerra MZB, Santiago GMP, Feitosa CMF, Verpoort R and Brás-Filho, R. (2006). Atividades larvicida e anticolinesterásica de plantas do gênero *Kalanchoe*. **Química Nova** **29(3)**: 415-418.

Trudgill DL and Blok VC (2001) Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: Exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. **Annu. Rev. Phytopathol.** **39**: 53-77.

Vieira LS (1998) Albuquerque JM. **Fitoterapia Tropical – Manual de Plantas Medicinais**. FCAP - Serviço e Documentação e Informação, Belém, 177 p.

Warwick SI, Francis A and Al-Shehbaz IA (2006) Brassicaceae: species checklist and database on CD-Rom. **Plant Systematics and Evolution** **259(2-4)**: 249-258.

Wesemael WML, Viaene N and Moens M (2011) Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. **Nematology** **13**: 3-16.

Williams LAD, Rosner H, Levy HG and Barton EN (2007) A critical review of the therapeutic potential of dibenzyl trisulphide isolated from *Petiveria alliacea* L (Guinea hen weed, anamu). **West Indian Medical Journal** **56(1)**: 17-21.

Williamson VM (1999) Nematode resistance genes. **Current Opinion in Plant Biology** **2**: 327–331.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Mediciniais aos Nematoides das Galhas

Williamson VM and Hussey RS (1996) Nematode pathogenesis and resistance in plants. **Plant Cell** **8**: 1735-1745.

Wray GA, Levintin JS and Shapiro LH (1996) Molecular evidence for deep Precambrian divergences among metazoan phyla. **Science** **274**: 568–573.

Xie G, Schepetkin IA and Quinn MT (2007) Immunomodulatory activity of acidic polysaccharides isolated from *Tanacetum vulgare* L. **International immunopharmacology** **7(13)**: 1639-1650.

Xu Z, Deng M, Xu Z and Deng M (2017) Crassulaceae. **Identification and Control of Common Weeds** **2**: 475-486.

Yang B and Eisenback JD (1983) *Meloidogyne enterolobii* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing pacara earpod tree in China. **Journal of Nematology** **15**: 381- 393.

Ziaková A and Brandšteterová E (2003) Validation of HPLC determination of phenolic acids present in some Lamiaceae family plants. **Journal of liquid chromatography & related technologies** **26(3)**: 443-453.

CAPITULO II

REAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS PROPAGADAS SEXUADAMENTE À *Meloidogyne spp.*

REAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS PROPAGADAS SEXUADAMENTE À

Meloidogyne spp.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi encontrar entre os genótipos de plantas medicinais propagadas sexuadamente fontes de resistência à *Meloidogyne spp.* Foram realizados três experimentos independentes, no período de julho de 2017 a maio de 2018. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e 20 tratamentos, foi avaliada a reação mastruz, endro, coentro, erva-doce, salsa, camomila, alcachofra, mostarda, melissa, manjerição verde, manjerição roxo, manjerição rubi, manjerição limão, manjerona, orégano, sálvia, tomilho, arruda, pimenta cambuci e pimenta malagueta, ao *M. enterolobii*, *M. javanica* e *M. incognita*. As sementes foram colocadas para germinar em bandejas de 128 células contendo substrato comercial Basaplant®, aos 21 dias após a semeadura foi realizada a inoculação do substrato com *Meloidogyne spp.* à uma concentração de 1500 ovos/mL, aos 45 dias após a inoculação as plantas foram retiradas para avaliação das características, número de galhas, número de ovos e fator de reprodução. Para *M. enterolobii* os genótipos suscetíveis foram pimenta cambuci (FR=549,36), pimenta malagueta (FR=31,81), manjerição limão (FR=17,31), manjerição verde (FR=15,44), endro (FR=14,52), manjerição roxo (FR=13,99) e coentro (FR=4,49), os genótipos resistentes foram erva-doce (FR=0,72), salsa (FR=0,74), arruda (FR=0,16) e sálvia (FR=0,11). Para *M. incognita* os genótipos suscetíveis foram alcachofra (FR=66,67), manjerição roxo (FR=62,73), arruda (FR=46,49), pimenta cambuci (FR=39,50), coentro (FR=35,52), pimenta malagueta (FR=25,15), manjerição verde (FR=21,90) e manjerição limão (FR=12,90), os genótipos classificados como resistentes foram sálvia (FR=0,74), endro (FR=0,25) e tomilho (FR=0,00). Para *M. javanica* 13 genótipos comportaram-se como suscetíveis, pimenta cambuci (FR=487,73), melissa (FR=361,99), mostarda (FR=176,53), pimenta malagueta (FR=141,79), manjerição limão (FR=138,48), manjerição verde (FR=116,48), coentro (FR=66,74), erva-doce (FR=49,09), alcachofra (FR=46,21), endro (FR=39,25), manjerona (FR=32,44), camomila (FR=25,30) e mastruz (FR=20,07), comportaram-se como resistentes, salsa (FR=0,52), orégano (FR=0,22), tomilho (FR=0,16) e sálvia (FR=0,11). Pimenta cambuci, pimenta malagueta, coentro, manjerição verde, manjerição limão e alcachofra foram suscetíveis a todos os nematoides testados, devendo ser evitado seu cultivo em áreas infestadas, salsa, sálvia e tomilho foram resistentes as três espécies de *Meloidogyne* podendo ser utilizados como fonte de genes de resistência, e utilizados em áreas infestadas para diminuição das populações de *Meloidogyne spp.*

Palavras chave: nematoide das galhas, parasitismo, resistência

REACTION OF MEDICINAL PLANTS SEXUALLY PROPAGATED TO***Meloidogyne* spp.****ABSTRACT**

The objective of the present study was to find among genotypes of medicinal plants sexually propagated sources of resistance to *Meloidogyne* spp. Three independent experiments were carried out from July 2017 to May 2018. The experimental design was a randomized block with four replicates and 20 treatments. The mastruz, dill, coriander, fennel, parsley, chamomile, artichoke, mustard, melissa, green basil, purple basil, basil ruby, basil lemon, marjoram, oregano, sage, thyme, rue, chilli pepper and chilli pepper, *M. enterolobii*, *M. javanica* and *M. incognita*. The seeds were placed to germinate in trays of 128 cells containing Basaplant® commercial substrate, at 21 days after sowing the inoculation of the substrate with *Meloidogyne* spp. at a concentration of 1500 eggs / mL, at 45 days after inoculation the plants were removed for evaluation of the characteristics, number of galls, number of eggs and reproduction factor. For *M. enterolobii* susceptible genotypes were chilli pepper (FR = 549,36), chilli pepper (FR = 31.81), basil lemon (FR = 17.31), basil green (FR = 15.44), dill FR = 14.52), purple basil (FR = 13.99) and coriander (FR = 4.49), the resistant genotypes were fennel (FR = 0.72), parsley (FR = 0.74), rumen (FR = 0.16) and sage (FR = 0.11). For *M. incognita* the susceptible genotypes were artichoke (FR = 66.67), purple basil (FR = 62.73), rue (FR = 46.49), chanter cambuci FR = (FR = 0.25), basil (FR = 25.15), green basil (FR = 21.90) and lemon basil (FR = 12.90). The genotypes classified as resistant were sage (FR = 0.74), dill (FR = 0.25) and thyme (FR = 0.00). For *M. javanica* 13 genotypes behaved as susceptible, chilli cambuci (FR = 487,73), melissa (FR = 361,99), mustard (FR = 176,53), chilli pepper FR = 141,79), basil (FR = 49.09), artichoke (46.21), dill (FR = 138.48), green basil (FR = 116.48), coriander (FR = 66.74) (FR = 32.44), chamomile (FR = 25.30) and mastruz (FR = 20.07), were resistant as parsley (FR = 0.52), oregano (FR = 0.22), thyme (FR = 0.16) and sage (FR = 0.11). Pepper cambuci, chilli pepper, coriander, green basil, lemon basil and artichoke were susceptible to all nematodes tested, and should be avoided in infested areas, parsley, sage and thyme were resistant to the three species of *Meloidogyne* and could be used as source of resistance genes, and used in infested areas to decrease populations of *Meloidogyne* spp ..

Key words: root-knot nematode, parasitism, resistance

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização humana, diversas partes das plantas como flores, folhas, frutos, raízes e tubérculos são usadas para fins terapêuticos, às espécies com este potencial são chamadas de plantas medicinais (LEITE et al., 2015). As plantas medicinais são descritas como aquelas que produzem substâncias capazes de provocar reações no organismo humano levando a cura de doenças. A concentração dos princípios ativos na planta, assim como o método de preparação e administração, é determinada pelo método terapêutico da espécie (BAIDA et al., 2011). No Brasil, a grande influência na utilização das plantas medicinais tanto na prevenção, quanto nos tratamentos médicos é devido aos povos indígenas, africanos e europeus, esse conhecimento foi transmitido entre gerações até os dias atuais (MARTINS et al., 2000). Isso tem feito crescer o consumo destas plantas ao longo do tempo, assim como a diversificação das espécies utilizadas em tais procedimentos.

De acordo com Moreira et al. (2017), plantas medicinais podem ser atacadas por várias pragas e doenças podendo afetar as características qualitativas e quantitativas das propriedades curativas e também a produtividade da planta. Diversos são os problemas fitossanitários associados ao solo que acometem as plantas medicinais, como, os fungos *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., os nematoides como *Meloidogyne* spp., *Pratylenchulus* spp. e bactérias como *Ralstonia* spp., entre outras (MOREIRA et al., 2017). A ocorrência desses agentes pode resultar em sérios prejuízos, e dependendo do tipo e intensidade, pode constituir-se em um fator limitante para o cultivo das plantas medicinais. Os nematoides estão entre os patógenos mais importantes para a agricultura em função dos danos que provocam e pela falta de conhecimento sobre sua presença no ambiente agrícola (BAIDA et al., 2011). Karl et al. (1997) enfatizaram que o cultivo de plantas medicinais em escala comercial é confrontado com uma relativa escassez de dados sobre a saúde das plantas, especialmente em relação à nematologia.

Os nematoides das galhas, *Meloidogyne*, são fitopatógenos que afetam diversas culturas em todo o mundo, provocando perdas significativas na produção, comprometendo a qualidade dos produtos agrícolas. Um elevado número de espécies vegetais são citadas como hospedeiras de *Meloidogyne* spp. (MARTINS & SANTOS, 2016). Os nematoides das galhas foram recentemente classificados em

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

primeiro lugar na lista dos 10 nematoides parasitas de plantas com maior importância científica e econômica (JONES et al., 2013).

Entre as estratégias de manejo desses fitopatógenos, pode-se citar o controle biológico, controle cultural, controle químico, e a utilização de cultivares resistentes, o controle químico foi uma das estratégias de controle mais utilizadas durante muitas décadas (ONKENDI, 2014). Porém, a utilização de produtos químicos no controle de nematoides não é a melhor alternativa, pois a maioria destes produtos químicos são tóxicos para os seres humanos e animais, podem resultar em resíduos na cadeia alimentar, são caros, contribuem para a poluição ambiental, e seu uso continuado pode levar a algum nível de resistência em espécies de nematoides parasitas de plantas (ONKENDI, 2014).

O Brasil possui uma ampla diversidade de plantas medicinais com propriedades anti-helmínticas e que possuem conhecida atividade contra fitonematoides, podendo-se utilizar seus óleos essenciais ou extratos obtidos de raízes ou da parte aérea no controle desses parasitas, estas plantas também podem ser utilizadas como antagonistas ou incorporadas ao solo, visando à diminuição da população do nematoide em áreas infestadas, as principais substâncias nematotóxicas presentes nas plantas medicinais são os alcalóides, ácidos graxos, isotiocianatos, compostos fenólicos, taninos entre outros (MATEUS et al., 2014).

A utilização de cultivares resistentes não apenas reduz o custo de produção, mas também protege o meio ambiente contra a poluição causada por resíduos químicos associados a nematicidas. Espécies resistentes permitem pouca ou nenhuma reprodução do *Meloidogyne* spp., proporcionando assim uma melhor maneira de controlar os nematoides no campo (NORSHIE et al., 2011). A fim de obter resultados promissores com o uso de cultivares resistentes, é necessário realizar constantemente a identificação de novas fontes de resistência. A base do uso de cultivares resistentes para o controle de *Meloidogyne* spp. depende de saber exatamente quais espécies estão sendo direcionadas. Vários estudos estão em andamento para desenvolver culturas com genes de resistência contra vários *Meloidogyne* spp. (NORSHIE et al., 2011). Há certos casos de culturas resistentes conhecidas, como tomate e batata silvestre (*Solanum bulbocastunum*). O sucesso das perspectivas atuais e futuras da utilização de cultivares resistentes para manejar *Meloidogyne* spp. exige pesquisa intensificada.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

A identificação de fontes de resistência entre as espécies medicinais é de grande importância para seu cultivo em ambientes infetados por nematoides. Além disso, o conhecimento dessas possíveis fontes de resistência, a médio e longo prazo, servirá de subsídios para programas de melhoramento a fim de selecionar materiais para resistência a nematoides e outros caracteres de interesse agrônômicos. Vale salientar ainda, que estes resultados são de extrema importância, pois muitas espécies medicinais, ainda não passaram por um rigoroso programa de melhoramento (CHARCHAR & MOITA, 1996). Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi encontrar nos genótipos estudados, via germinação de sementes, fontes de resistência ao *Meloidogyne* spp., que poderão ser utilizadas em áreas infestadas visando a diminuição da população desses patógenos em campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos independentes, no período de julho de 2017 a maio de 2018, utilizando-se a mesma metodologia, os experimentos diferiram-se entre si apenas com relação à espécie de *Meloidogyne* utilizada para inoculação. O experimento com *Meloidogyne enterolobii* foi conduzido entre julho e novembro de 2017, as temperaturas máxima e mínima nesse período foram 29,5 °C e 21,8°C respectivamente, com média 25,7°C. Para *Meloidogyne incognita* o experimento foi conduzido entre dezembro de 2017 e fevereiro de 2018, com temperatura máxima de 33, 8°C e mínima de 21,8°C, com média de 28,8°C. Por fim, o experimento com *Meloidogyne javanica* foi conduzido entre fevereiro e maio de 2018, com temperatura máxima de 32,3°C e mínima de 21,1°C, com média de 26,7°C (INMET, 2018). Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, fechada com tela nas laterais e coberta com filme de polietileno transparente de 150 micras da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) localizada a 8°54'47''S, 34°54'47''W, com altitude de 6 m, o clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger é considerado tropical chuvoso (As'), com precipitação média anual superior a 750mm, com um período seco bem definido e chuvas que ocorrem durante o inverno (ALHEIROS, 2003).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e 20 tratamentos, sendo a parcela constituída por oito plantas. Plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv 'Santa Cruz' foram utilizadas

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas como testemunhas da viabilidade do inóculo de *Meloidogyne* spp., foram avaliados 20 genótipos de plantas medicinais (tabela 01) quanto à reação a *M. enterolobii*, *M. javanica* e *M. incognita*.

Tabela 01: Plantas medicinais propagadas por estacas, avaliadas quanto à reação ao *M. enterolobii*, *M. javanica* e *M. incognita*.

Família	Nome científico	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Mastruz
Apiaceae	<i>Anethum graveolens</i> L.	Endro
	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Coentro
	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Erva-doce
	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	Salsa
Asteraceae	<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rauschert	Camomila
	<i>Cynara scolymus</i> L.	Alcachofra
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L.	Mostarda
Lamiaceae	<i>Melissa officinalis</i> L.	Melissa
	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Manjeriçãõ verde
	<i>Ocimum basilicum</i> var. red	Manjeriçãõ roxo
	<i>Ocimum basilicum</i> var. purpurea	Manjeriçãõ rubi
	<i>Ocimum citriodorum</i> L.	Manjeriçãõ limãõ
	<i>Origanum majorana</i> L.	Manjerona
	<i>Origanum vulgare</i> L.	Orégano
	<i>Salvia officinalis</i> L.	Sálvia
	<i>Thymus vulgare</i> L.	Tomilho
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.	Arruda
Solanaceae	<i>Capsicum baccatum</i>	Pimenta cambuci
	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Pimenta malagueta

A obtenção das mudas foi realizada por meio de sementes. Sementes comerciais de mastruz, endro, coentro, erva-doce, salsa, camomila, alcachofra, mostarda, melissa, manjeriçãõ verde, manjeriçãõ roxo, manjeriçãõ rubi, manjeriçãõ

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

limão, manjerona, orégano, sálvia, tomilho, arruda, pimenta cambuci e pimenta malagueta foram colocadas para germinar em bandejas de 128 células piramidais invertidas, 40 mL/célula, contendo substrato comercial Basaplant®, utilizando-se três sementes por célula. Após a emergência, quando as plântulas apresentavam a primeira folha definitiva, foi realizado desbaste, com o objetivo de estabelecer apenas uma planta por célula.

A irrigação foi realizada por meio de regador de plástico com capacidade para 5 L, aplicando-se 1 L de água por bandeja três vezes ao dia. Após a germinação três dias da semana (segunda, quarta e sexta) realizou-se fertirrigação com solução nutritiva, composta por 200 g/1000 L de MAP (Mono-Amônio-Fosfato), 400 g/1000 L de Sulfato de Magnésio, 25 g/1000 L de Quelatec (Ferro 7,5 %, Manganês 3,5 %, Zinco 0,7 %, Cobre 0,28 %, Boro 0,65 %, Molibdênio 0,3 %), 25 g/1000 L de Ultraferro, 750 g/1000 L de Nitrato de Cálcio e 450 g/1000 L de Nitrato de Potássio. Em cada bandeja foi semeado uma fileira (oito células) de tomate Santa Cruz, suscetível a *Meloidogyne* spp., para se verificar a eficiência do inóculo por meio da visualização de intensa formação de galhas nas raízes.

Aos 21 dias após a semeadura foi realizada a inoculação do substrato com *Meloidogyne* spp. As populações iniciais dos nematoides (*M. enterolobii*, *M. incognita* e *M. javanica*) foram obtidas a partir de raízes infestadas de tomateiro cv. 'Santa Cruz', produzidos em casa de vegetação da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Para obtenção do inóculo foi utilizada a técnica de Hussey e Barker (1973) modificada por Boneti e Ferraz (1981), a partir das populações puras dos nematoides. O inóculo possuía a concentração de 1500 ovos/mL, sendo aplicado através de uma seringa veterinária diretamente no substrato, próximo ao colo de cada planta, o equivalente a 1mL de inóculo por célula. O inóculo foi obtido de fontes mantidas em tomateiros, cultivar Santa Clara, em casa de vegetação da UFRPE. Para extração dos ovos do *Meloidogyne* spp., utilizou-se a metodologia proposta por Hussey & Barker, 1973 e modificada por Boneti & Ferraz, 1981.

Aos 45 dias após a inoculação, observando-se o sinal da intensa formação de galhas nas raízes, foram realizadas as avaliações. As plantas foram retiradas para avaliação das variáveis, número de galhas, número de ovos e fator de reprodução. Para determinação do número de galhas, cada planta teve seu sistema

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

radicular previamente submergido em água parada, para o desprendimento do substrato. Em seguida, foi contado o número de galhas. Após as contagens das galhas, as raízes foram trituradas em liquidificador com água por 30 segundos com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) (0,5%), seguindo a técnica de Hussey e Barker (1973), modificada por Boneti e Ferraz (1981), a solução contendo os ovos e/ou juvenis foi acondicionada em recipientes plásticos e levados para geladeira à 5°C para posterior contagem, o período máximo de armazenamento em geladeira foi de 25 dias. Os ovos assim obtidos foram contados com o auxílio de microscópio óptico e lâmina de Peters. Obtendo-se o número de ovos por sistema radicular.

Avaliou-se a hospedabilidade das plantas medicinais através do critério de Oostenbrink (1966), que classifica a reação das plantas com base no fator de reprodução do nematoide. Para determinação do fator de reprodução (FR), dos nematoides, foi realizada a divisão da população final (P_f) de nematoides nas raízes pela população inicial (P_i) utilizada na inoculação (OOSTENBRINK, 1966). Segundo este critério, classificam-se as plantas em: FR = 0, planta imune; $FR > 0$ e < 1 , planta resistente e $FR > 1,0$ planta suscetível.

Os dados obtidos foram transformados utilizando a raiz quadrada, adequando-se à distribuição normal, atendendo assim, uma pressuposição da análise de variância, e foram agrupados pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, em função de suas médias, quanto as características em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo encontram-se na Tabela 02, que apresenta o número de galhas (NG), o número ovos (NO) e o fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne enterolobii*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* em vinte genótipos de plantas medicinais propagadas por sementes. Em todos os experimentos realizados, o tomateiro Santa Clara apresentou formação de galhas e FR superior a 1, comprovando a viabilidade dos inóculos de *M. enterolobii*, *M. incognita* e *M. javanica*.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Tabela 02: Valores médios do número de galhas (NG), número de ovos (NO) e fator de reprodução (FR) do *Meloidogyne spp.* em vinte genótipos de plantas medicinais

Espécie (Nome comum)	<i>Meloidogyne enterolobii</i>				<i>Meloidogyne incognita</i>				<i>Meloidogyne javanica</i>			
	NG	NO	FR	Reação*	NG	NO	FR	Reação	NG	NO	FR	Reação
<i>Anethum graveolens</i> (Endro)	44,76 d	21694,34 b	14,52 b	S	8,80 c	379,38 e	0,25 e	R	34,62 f	58876,80 e	39,25 e	S
<i>Brassica rapa</i> (Mostarda)	-	-	-	-	-	-	-	-	90,86 d	264803,00 c	176,53 c	S
<i>Capsicum chinense</i> (Pimenta cambuci)	44,89 c	899045,31 a	595,36 a	S	88,99 a	59256,87 b	39,50 b	S	155,69 b	731594,20 a	487,73 a	S
<i>C. frutescens</i> (P. malagueta)	29,70 d	47755,36 b	31,81 b	S	50,80 b	37731,05 c	25,15 c	S	100,29 d	212685,60 c	141,79 c	S
<i>Chamomilla recutita</i> (Camomila)	-	-	-	-	-	-	-	-	34,25 f	37944,08 e	25,30 e	S
<i>Chenopodium ambrosioides</i> (Mastruz)	-	-	-	-	-	-	-	-	21,62 f	30105,21 e	20,07 e	S
<i>Coriandrum sativum</i> (Coentro)	17,56 e	6770,00 c	4,49 c	S	67,21 b	53275,11 b	35,52 b	S	82,76 d	100109,80 d	66,74 d	S
<i>Cynara scolymus</i> (Alcachofra)	-	-	-	-	36,41 b	100010,39 a	66,67 a	S	60,68 e	69319,09 d	46,21 d	S
<i>Foeniculum vulgare</i> (Erva-doce)	13,32 e	916,88 c	0,72 c	R	-	-	-	-	54,74 e	73635,51 d	49,09 d	S
<i>Melissa officinalis</i> (Melissa)	-	-	-	-	-	-	-	-	198,48 a	542990,70 b	361,99 b	S
<i>Ocimum basilicum</i> (Mangericão verde)	93,70 a	23173,97 b	15,44 b	S	109,60 a	32846,20 c	21,90 c	S	117,66 c	174718,20 c	116,48 c	S
<i>O. basilicum</i> var. <i>purpurascens</i> (M. rubi)	106,92 a	19588,80 b	13,99 b	S	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>O. basilicum</i> var. <i>red</i> (M. roxo)	-	-	-	-	98,55 a	94093,54 a	62,73 a	S	-	-	-	-
<i>O. citriodorum</i> (M. limão)	73,10 b	26928,81 b	17,31 b	S	36,08 b	19346,11 d	12,90 d	S	82,22 d	207718,60 c	138,48 c	S
<i>Origanum majorana</i> (Manjerona)	-	-	-	-	-	-	-	-	44,08 e	48665,99 e	32,44 e	S
<i>Origanum vulgare</i> (Orégano)	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00 h	324,28 f	0,22 f	R
<i>Petroselinum crispum</i> (Salsa)	14,06 e	1062,76 c	0,74 c	R	-	-	-	-	10,52 g	781,86 f	0,52 f	R
<i>Ruta graveolens</i> (Arruda)	4,33 f	328,70 c	0,16 c	R	59,67 b	69735,59 b	46,49 b	S	-	-	-	-
<i>Salvia officinalis</i> (Sálvia)	2,72 f	155,00 c	0,11 c	R	5,82 c	1911,72 e	0,74 e	R	0,5 h	166,89 f	0,11 f	R
<i>Thymus vulgare</i> (Tomilho)	-	-	-	-	2,04 c	2,05 e	0,00 e	R	0,75 h	241,35 f	0,16 f	R
CV%	13,36	25,8	25,8		22,78	11,38	11,38		12,84	16,66	16,66	

Para a análise, os dados originais foram transformados, utilizando-se \sqrt{x}

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente do Teste Scott-Knott a 5%

* Classificação de acordo com OOSTENBRINK, 1966. AR: Altamente Resistente; AS: Altamente Suscetível; R: Resistente; S: Suscetível.

1. *Meloidogyne enterolobii*

Para o experimento 01, que avaliou a reação ao *Meloidogyne enterolobii* em vinte genótipos de plantas medicinais, *Brassica rapa* (mostarda), *Chamomila recutita* (camomila), *Chenopodium ambrosioides* (mastruz), *Cynara scolymus* (alcachofra), *Melissa officinalis* (melissa), *Ocimum basilicum* var. red (manjerição rubi), *Origanum majorana* (manjerona) e *Origanum vulgare* (orégano) tiveram problemas na germinação das sementes e/ou não sobreviveram até o momento das avaliações.

Anethum graveolens (endro), *Capsicum baccatum* (pimenta cambuci), *Capsicum frutescens* (pimenta malagueta), *Coriandrum sativum* (coentro), *Ocimum basilicum* (manjerição verde), *Ocimum basilicum* var. purpurea (manjerição roxo) e *Ocimum citriodorum* (manjerição limão), comportaram-se como suscetíveis à *M. enterolobii*. Endro apresentou número de galhas igual a 44,76 e fator de reprodução 14,52 (tabela 02). Brito et al. (2015) avaliando o impacto de nematoides do gênero *Meloidogyne* sobre a indústria de pêssegos na Flórida descrevem o endro como hospedeiro alternativo para o nematoide das galhas em campos de pessegueiro, a alta susceptibilidade dessa espécie ao nematoide das galhas contribui para o aumento da população do patógeno em áreas infestadas, causando danos econômicos as culturas agrícolas.

O *M. enterolobii* é reconhecido como uma potencial ameaça às culturas de tomate e pimentão em áreas tropicais e subtropicais, especialmente devido à sua capacidade de superar a resistência a *Meloidogyne* spp. mediada pelo gene Mi-1 do tomate e certos genes Me em *Capsicum* (KIEWNICK et al., 2009). *M. enterolobii* foi relatado afetando o porta-enxerto "Prata" sob sistemas de cultivo protegidos no Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil (SIQUEIRA et al., 2009). Pinheiro et al., (2015) relatam a infecção de porta-enxertos de *C. annuum* contendo os genes Me1 e Me3 / Me7 por *Meloidogyne enterolobii*, revelando a ameaça potencial desse fitopatógeno para o agronegócio. As espécies do gênero *Capsicum* estudadas no presente trabalho não demonstraram resistência para o *M. enterolobii*.

Para *M. enterolobii* *Capsicum chinense* e *Capsicum frutescens* apresentaram número de galhas igual a 44,89 e 29,70, com relação ao fator de reprodução, essas espécies apresentaram FR igual a 595,36 e 31,81, ambas as espécies de *Capsicum* diferiram estatisticamente entre si, sendo que a *Capsicum chinense* foi o genótipo

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas que proporcionou maior fator de reprodução do *M. enterolobii* entre todos os genótipos estudados, esses resultados concordam com os encontrados por Bitencourt & Silva (2010) que em seus estudos classificaram a *Capsicum frutescens* como suscetível ao *M. enterolobii*, apresentando fator de reprodução igual a 1,4. *Capsicum chinense* e *Capsicum frutescens* pertencem à família Solanaceae, que possui outras espécies suscetíveis ao nematoide das galhas, entre elas, batata inglesa (CHARCHAR et al., 2009); pimentões, pimentas e tomate (CARNEIRO et al., 2006). Os estudos sobre a resistência a *M. enterolobii* são recentes, entretanto fontes de resistência a esse patógeno podem ser encontradas em genótipos de alface, *Capsicum* spp., batata-doce, feijão e melão, possibilitando a utilização dessas fontes em programas de melhoramento (DINIZ et al., 2016).

Alguns estudos a respeito da gama de hospedeiros das espécies de *Meloidogyne* em plantas medicinais indicaram que as plantas tais como cânhamo, hortelã, pimenta preta, açafraão e coentro são hospedeiras de várias espécies de nematoides das galhas (RAVINDRA et al., 2016). No presente estudo *Coriandrum sativum* apresentou número de galhas igual a 17,56 e fator de reprodução igual a 4,49, sendo classificado como suscetível ao *M. enterolobii*, esses resultados corroboram com os estudos de Khare et al. (2017) que relatam que quando o coentro é cultivado em solos infestados por nematoides do gênero *Meloidogyne* a produção de galhas em seu sistema radicular pode resultar em perdas de até 51% no rendimento da cultura, inviabilizando seu cultivo nestas áreas.

Entre os genótipos que formam o grupo dos manjericões, manjericão verde, manjericão rubi e manjericão limão, não houve diferença significativa quando comparado o fator de reprodução, que variou entre 13,99 para o manjericão rubi e 17,31 para o manjericão limão. Quanto ao número de galhas, em todos os genótipos desse grupo, pode-se observar intensa formação das mesmas nos sistemas radiculares observados, com valores variando entre 73,10 (manjericão limão) e 106,92 (manjericão rubi). Os resultados aqui apresentados reforçam as afirmações de Silva et al. (2016), que estudando quais as espécies de *Meloidogyne* estão associadas com a produção de culturas agrícolas no estado do Ceará apontam *M. enterolobii* associado ao cultivo do manjericão, causando prejuízos a cultura nesse estado.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Foeniculum vulgare (erva-doce), *Petroselinum crispum* (salsa), *Ruta graveolens* (arruda) e *Salvia officinalis* (sálvia), comportaram-se como resistentes ao parasitismo do *M. enterolobii*, apresentando número de galhas variando entre 2,72 para sálvia e 13,32 para erva-doce, quanto ao fator de reprodução, a espécie que apresentou o menor valor para essa variável foi a sálvia com $FR=0,11$, sendo o maior valor correspondente à salsa com $FR=0,74$. As reações de erva-doce, salsa e arruda chamaram atenção, pois mesmo apresentando um elevado número de galhas as mesmas não permitiram à reprodução eficiente do nematoide, sugerindo um mecanismo de resistência tardio, em que primeiramente ocorre o desenvolvimento da fêmea associada a células gigantes que darão origem a formação de galhas, mas antes de ocorrer a oviposição, acontece a degeneração das células gigantes sem a formação das massas de ovos. Esse mecanismo já foi descrito anteriormente para o feijão caupi (DAS et al., 2008), araçazeiro (FREITAS et al. 2014) e na espécie medicinal *Catharanthus roseus* conhecida popularmente como vinca (MENDONÇA, 2016).

2. *Meloidogyne incognita*

O experimento 02 avaliou a reação dos vinte genótipos de plantas medicinais propagadas por sementes ao *Meloidogyne incognita*, como ocorreu no experimento 01, algumas das espécies apresentaram problemas na germinação e não foram avaliadas ao final do experimento, essas espécies foram: mostarda, camomila, mastruz, erva-doce, melissa, manjerição roxo, manjerona, orégano e salsa.

Os genótipos classificados como suscetíveis ao *M. incognita* foram pimenta cambuci, pimenta malagueta, coentro, alcachofra, manjerição verde, manjerição rubi, manjerição limão e arruda. A pimenta cambuci apresentou número de galhas igual a 88,99 não diferindo estatisticamente do manjerição verde e do manjerição roxo, que apresentaram número de galhas igual a 109,60 e 98,55, respectivamente, sendo esse grupo o que apresentou as maiores médias para essa variável, seguidos por coentro ($NG=67,21$), arruda ($NG=59,67$), pimenta malagueta ($NG=50,80$), alcachofra ($NG=36,41$) e manjerição limão ($NG=36,08$). Quanto ao fator de reprodução, alcachofra ($FR=66,67$) e manjerição roxo ($FR=62,73$) foram os que apresentaram maiores médias, seguidos por arruda ($FR=46,49$), pimenta cambuci ($FR=39,50$), coentro ($FR=35,52$), pimenta malagueta ($FR=25,15$), manjerição verde ($FR=21,90$) e manjerição limão ($FR=12,90$).

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Os resultados obtidos para pimenta cambuci e pimenta malagueta estão de acordo com as afirmações feitas por Ros et al. (2016); Kihika et al. (2017), estes autores sugerem que *M. incognita* é uma das espécies mais prejudiciais devido à sua ampla gama de hospedeiros e alta taxa de reprodução, além de possuir uma alta propensão para culturas solanáceas, como tomate, pimentas e pimentões.

Existem poucas informações disponíveis sobre nematoides associados com diferentes espécies de *Ocimum*, a susceptibilidade encontrada nesse trabalho entre as variedades de manjeriço contradiz os resultados encontrados por Baida et al., (2011), que inocularam mudas de várias espécies de plantas medicinais incluindo *O. basilicum* e *O. basilicum* var. *purpurascens* com 5.000 ovos de *M. incognita* e *M. javanica*, como resultado eles observaram que muito embora as plantas de *Ocimum* tenham exibido galhas nas raízes suficientes para a atribuição de índice de galhas acima de 3, ou sejam, suscetíveis a ambas as espécies de *Meloidogyne*, não apresentaram um fator de reprodução acima de 1 o que as classificaram, por esse critério, como resistentes. Essas diferenças podem ser explicadas em função dos diversos níveis de tolerância entre as cultivares de manjeriço ao parasitismo deste nematoide.

A susceptibilidade atribuída ao coentro, em função do seu número de galhas e fator de reprodução, corrobora com os resultados encontrados por Diniz, (2012), que avaliando a reação de *M. incognita* e *M. javanica* em cultivares de coentro atestam que não existe reação de resistência entre as cultivares avaliadas, mas que existe variabilidade dentro dessas cultivares, essa variabilidade pode ser explorada para futuros programas de melhoramento que visem à obtenção de cultivares de coentro resistentes ao *M. incognita*.

Não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados que se mostraram como resistentes ao *M. incognita*, endro (*Anethum graveolens*) apresentou número de galhas igual a 8,80 e FR=0,25, seguido por sálvia (*Salvia officinalis*) com número de galhas igual a 5,82 e FR=0,74, o tomilho (*Thymus vulgaris*) apresentou número de galhas igual a 2,04 e FR=0,00, sendo essa a única espécie que não proporcionou reprodução do nematoide, sendo classificada como imune.

As espécies endro e arruda possuem em seu metabolismo secundário substâncias conhecidas como ácidos fenólicos e análogos, flavonóides, taninos, curcuminóides, cumarinas, lignanas, quinonas e outras, essas substâncias além de possuírem atividade antioxidante, anticancerígena, antibacteriana, antiviral e antiinflamatória, fornecem funções essenciais na reprodução e crescimento das plantas, e atuam como mecanismos de defesa contra patógenos, parasitas e predadores. Compostos fenólicos apresentam boa atividade nematicida, recentemente, Aissani et al. (2017) afirmaram que os ácidos fenólicos de algumas espécies medicinais são nematotóxicos contra *M. incognita*.

A resistência atribuída ao tomilho pode ser explicada pela grande concentração de princípios ativos de plantas da família Lamiaceae. Isman (2000) relatou que as substâncias secundárias presentes em espécies dessa família mostraram um amplo espectro de atividade contra insetos, ácaros, fungos fitopatogênicos e nematoides. As investigações concentraram-se principalmente nas propriedades nematicidas dos óleos essenciais dessas espécies (SASANELLI et al., 2009). As propriedades nematicidas de *Thymus* spp. foram investigadas anteriormente, através de seus óleos essenciais e extratos aquosos, sobre nematoides do gênero *Xiphinema*, que foram drasticamente suprimidos tanto pelos extratos aquosos quanto pela biomassa verde de diferentes espécies de *Thymus*. O principal componente ativo do *Thymus* spp. é o timol monoterpene fenólico, que demonstrou reduzir drasticamente a população de várias espécies de nematoides fitoparasitas in vitro e no solo (SASANELLI et al., 2009).

3. *Meloidogyne javanica*

Para o experimento 03, que avaliou a reação de plantas medicinais ao *Meloidogyne javanica*, *Ocimum basilicum* var. purpurascens (manjeriçã rubi), *Ocimum basilicum* var. red (manjeriçã roxo) e *Ruta graveolens* (arruda) tiveram problemas de germinação e não foram avaliadas ao final do experimento.

Anethum graveolens (endro), *Brassica rapa* (mostarda), *Capsicum baccatum* (pimenta cambuci), *Capsicum frutescens* (pimenta malagueta), *Chamomilla recutita* (camomila), *Chenopodium ambrosioides* (mastruz), *Coriandrum sativum* (coentro), *Cynara scolymus* (alcachofra), *Foeniculum vulgare* (erva-doce), *Melissa officinalis* (melissa), *Ocimum basilicum* (manjeriçã verde), *Ocimum citriodorum* (manjeriçã

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

limão) e *Origanum majorana* (manjerona), comportaram-se como suscetíveis ao *M. javanica*. As espécies que obtiveram as maiores médias para número de galhas e fator de reprodução foram pimenta cambuci, que obteve o maior fator de reprodução (487,73) com número de galhas igual a 155,69, seguida pela melissa com FR=361,99 e NG=198,48, essas espécies diferiram estatisticamente entre si.

Dentro das espécies suscetíveis com base no fator de reprodução, outros três grupos foram formados, o primeiro deles engloba mostarda com FR=176,53 e NG=90,86; pimenta malagueta com FR=141,79 e NG=100,29; manjerição limão com FR=138,48 e NG=82,22; e manjerição verde com FR=116,48 e NG=117,66. O segundo grupo é formado por coentro com FR=66,74 e NG=82,76; erva-doce com FR=49,09 e NG=54,74; e alcachofra com FR=46,21 e NG=60,68. As espécies que compõem o terceiro grupo são o endro com FR=39,25 e NG=34,62; manjerona com FR=32,44 e NG=44,08; camomila com FR=25,30 e NG=34,25; e mastruz com FR=20,07 e NG=21,62.

Os resultados encontrados nesta pesquisa para *Capsicum frutescens* e *Capsicum chinense*, que classificam essas espécies como suscetíveis ao *M. javanica*, diferem dos encontrados por Rosa et al. (2013) que estudando a reprodução de *M. javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde, observaram que as espécies de pimentas e pimentões testadas para *M. javanica*, apresentaram-se todas como imunes a infecção pelo nematoide. Oka et al. (2004), estudando a reação de acessos de *Capsicum* ao *M. incognita* e *M. javanica* relatam que os acessos de *C. frutescens* testados por eles foram altamente resistentes tanto a *M. javanica* quanto a *M. incognita*. Em outro estudo, Sharma et al. (2005), verificaram a susceptibilidade de genótipos de pimenta longa a *M. javanica*, *M. incognita* raça 1 e *Rotylenchulus reniformis*, em casa de vegetação. As diferenças entre os resultados deste trabalho daqueles relatados por outros autores podem ser devidas principalmente em função da diferença genética entre os acessos avaliados, diferenças entre as raças e populações de nematoides, e também em função da temperatura em que os experimentos foram conduzidos, sabe-se que a temperatura do solo pode ser um fator importante para resistência a nematoides em diversas espécies de plantas.

Para Almeida et al. (1995) as diversas cultivares de *Ocimum basilicum*, assim como outras espécies do gênero apresentam elevada suscetibilidade a nematoides

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas do gênero *Meloidogyne*. Com base no fator de reprodução, esses autores relatam a susceptibilidade de diversas variedades de *Ocimum basilicum*, tanto à *M. javanica* como a *M. incognita*. Os resultados encontrados no presente estudo para as espécies de *Ocimum* classificadas como suscetíveis ao *M. javanica* estão de acordo com os de Moreno et al. (1992) que demonstraram a elevada susceptibilidade de *Ocimum basilicum* a *M. javanica* em ensaios de campo e em casa de vegetação. Em outro trabalho Karl et al. (1997) estudaram patogenicidade de *M. javanica* em manjerição (*Ocimum basilicum*), tulsí (*O. sanctum*), melissa (*Melissa officinalis*) e mentrasto (*Ageratum conyzoides*) em condições de campo. As quatro espécies foram classificadas como altamente suscetíveis ao nematoide, entretanto, apenas o manjerição mostrou-se intolerante à infecção por *M. javanica*, apresentando significativa redução nos pesos fresco e seco da parte aérea em comparação com as testemunhas não inoculadas.

A reação suscetível da camomila, difere dos resultados encontrados por Mônaco et al. (2011), que avaliando a hospedabilidade de Plantas Medicinais a *M. paranaensis* classificaram camomila como resistente em função de apresentar baixo valor de FR, correspondendo à 0,14. Em outro estudo Baida et al. (2011) estudando a hospedabilidade do *M. javanica* e *M. incognita* em plantas medicinais observaram que a camomila apresentou maior suscetibilidade à reprodução do *Meloidogyne* spp. do que outras plantas, eliminando a possibilidade de utilização desta espécie em áreas onde esse nematoide está presente, esses autores relatam que a camomila apresentou um alto nível de galhas (96,00 para *M. incognita* e 58,10 para *M. javanica*) indicando que esta planta é suscetível ao ataque de nematoides e à formação de galhas, os supracitados autores afirmam ainda, que o ataque por *Meloidogyne* pode causar baixa produtividade, mudanças nas características dos princípios ativos, e podem até levar à morte da planta.

A susceptibilidade do coentro à *M. javanica* encontrado nesse trabalho diverge dos dados encontrados por Diniz et al. (2018), que estudando a reação de cultivares de coentro ao *M. incognita* e *M. javanica*, relatam que todas as cultivares testadas foram suscetíveis a *M. incognita* raça 1 e resistentes a *M. incognita* raça 3 e *M. javanica*. A cultivar Verdão, que neste estudo foi caracterizada como suscetível para Diniz et al. (2018) foi a que obteve os melhores resultados quanto à resistência à *M. incognita* (raças 1 e 3) e *M. javanica*. Estes resultados indicam haver

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas variabilidade dentro da cultivar Verdão para resistência ao *M. javanica*, podendo ser explorada em programas de melhoramento genético.

Origanum vulgare (orégano), *Petroselinum crispum* (salsa), *Salvia officinalis* (sálvia) e *Thymus vulgare* (tomilho), foram às espécies classificadas como resistentes ao *M. javanica*. As médias referentes ao número de galhas e fator de reprodução dessas espécies foram, NG=1,47 e FR=0,46 para orégano; NG=3,04 e FR=0,68 para salsa; NG=0,60 e FR=0,33 para sálvia e NG=0,60 e FR=0,40 para tomilho.

Analisando a reação das plantas medicinais em relação as três espécies de *Meloidogyne*, pimenta cambuci, pimenta malagueta, coentro, manjerição verde e manjerição limão foram suscetíveis ao *M. enterolobii*, *M. incognita* e *M. javanica*. Alcachofra foi avaliada para *M. incognita* e *M. javanica*, sendo classificada como suscetível para as duas espécies. Arruda e erva-doce mostraram-se resistente ao *M. enterolobii*, porém arruda foi suscetível ao *M. incognita* e erva-doce suscetível ao *M. javanica*. O endro mostrou-se resistente ao *M. incognita* e suscetível ao *M. enterolobii* e ao *M. javanica*. A salsa foi avaliada para *M. enterolobii* e *M. javanica*, sendo classificada como resistente para as duas espécies. O tomilho mostrou-se como resistente a *M. incognita* e *M. javanica*, não sendo avaliada sua reação ao *M. enterolobii*. Sálvia mostrou-se resistente as três espécies de *Meloidogyne* testadas nesse estudo.

A resistência atribuída às plantas medicinais no presente estudo, provavelmente, são provenientes de substâncias oriundas do metabolismo secundário destas espécies, as plantas medicinais são ricas em substâncias secundárias e princípios ativos, e o baixo fator de reprodução dos nematoides deveu-se provavelmente a substâncias, como compostos fenólicos, esteroides, triterpenos, antraquinonas, heterósidos flavonóides, heterósidos de saponina, taninos condensados, taninos hidrolizáveis e açúcares. Algumas dessas substâncias, como os compostos terpênicos, possuem atividade nematicida e podem impedir o desenvolvimento de nematoides (KHAN et al., 2017).

Estudos apontam o composto tanino como sendo um dos principais metabólitos responsáveis pela defesa de plantas a patógenos. Os taninos desempenham um papel importante na inativação enzimática e na inibição do

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas crescimento em certos microrganismos (DE JESUS SILVA, 2018). Alguns estudos mostraram que os taninos reduzem a taxa de eclosão dos ovos de nematoide, bem como inativam o J2 de *Meloidogyne* spp., reduzindo o número de galhas e o fator de reprodução (FONSECA et al., 2017). Maistrello et al. (2010) observaram em testes in vitro e in vivo que taninos condensados podem controlar *M. javanica*.

Steffen et al. (2008) estudando o efeito de óleos essenciais de plantas medicinais observaram que os óleos de camomila, eucalipto, marcela e funcho exibiram pouca atividade sobre a mortalidade dos J2 do *Meloidogyne* spp. Outros trabalhos relatam relativa eficiência dos efeitos desses óleos essenciais no controle de *Meloidogyne* spp. in vitro e in vivo (OKA et al., 2000; BOSENBECKER, 2006). Oka et al. (2000), relataram o potencial do óleo essencial de orégano na inibição da eclosão de ovos do *M. javanica*. Estes autores sugerem que ação nematicida do orégano e tomilho se devem as substâncias carvacrol, geraniol e timol, presentes no metabolismo dessas plantas.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que os genótipos de salsa, sálvia e tomilho apresentam resistência ao *Meloidogyne* spp., e podem ser cultivados em áreas infestadas por *Meloidogyne* spp., podendo também ser utilizados em sistemas de consórcio e/ou rotação de culturas, uma vez que provavelmente sofreriam poucos danos e diminuiriam a população do patógeno nessas áreas. Em relação à pimenta cambuci, pimenta malagueta, coentro, manjeriço verde, manjeriço limão e alcachofra que foram suscetíveis, seu cultivo em áreas infestadas, possivelmente afetará o desenvolvimento vegetativo dessas espécies, além de aumentar a população do nematoide no campo.

REFERENCIAS

Aissani N, Balti R and Sebai H (2017) Potent nematicidal activity of phenolic derivatives on *Meloidogyne incognita*. **Journal of helminthology**: 1-6.

Almeida ACL, Mattos JKA and Souza RM (1995) Hospedabilidade de espécies do gênero *Ocimum* ao nematoide *Meloidogyne incognita*. **XXVIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia**, Ilhéus, Anais.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Baida FC, Santiago DC, Vidal LHI, Baida LC and Stroze CT (2011) Hospedabilidade de plantas medicinais aos nematoides *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematropica** **41(1)**: 151-153.

Bitencourt NV and Silva GS (2010) Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em olerícolas. **Nematologia Brasileira** **34(3)**: 181-183.

Bonetti JIS and Ferraz S (1981) Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira** (6):553.

Bosenbecker VK (2006) **Efeitos de óleos essenciais de plantas bioativas no controle de *Phytophthora infestans* e *Meloidogyne javanica* em batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 65 p.

Brito JA, Dickson DW, Kaur R, Vau S and Stanley JD (2015) **The peach root-knot nematode: *Meloidogyne floridensis*, and its potential impact for the peach industry in Florida**. Nematology Circular, 224 p.

Carneiro RMDG, Almeida MRA, Braga RS, Almeida CD and Gioria R (2006) Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* parasitando plantas de tomate e pimentão resistentes à meloidoginose no estado de São Paulo. **Nematologia Brasileira** **30(1)**: 81-86.

Charchar JM and Moita AW (2005) **Metodologia para seleção de hortaliças com resistência a nematoides: Alface/*Meloidogyne* spp.** Embrapa Hortaliças, Brasília, 8p.

Charchar JM, Oliveira VR and Moita AW (2009) **Penetração, desenvolvimento e reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. javanica* em cultivares de batata no campo**. Embrapa Hortaliças-Artigo em periódico indexado (ALICE).

Das S, Demason DA, Ehlers JD, Close TJ and ROBERTS PA (2008) Histological characterization of root-knot nematode resistance in cowpea and its relation to reactive oxygen species modulation. **Journal of Experimental Botan** **59**: 1305–1313.

De Jesus Silva F, Ribeiro RCF, Xavier AA, Neto JAS, da Silva CM and Mizobutsi EH (2018) Management of *Meloidogyne javanica* in Okra Using Compost of Pequi Fruit Waste. **Journal of Agricultural Science** **10(7)**: 258.

Diniz GMM, Candido WS, Silva EHC, Marin MVI, Franco CA, Braz LT and Soares PLM (2016) Screening melon genotypes for resistance to *Meloidogyne enterolobii*. **African Journal of Agricultural Research** **11(26)**: 2271-2276.

Diniz GMM, De Carvalho Filho JLS, Gomes LAA, De Oliveira CL, Chagas WFT and Da Silva Santos L (2018) Reação de cultivares de coentro ao nematoide das galhas. **Revista Ciência Agrícola** **16(1)**: 61-68.

Fonseca WL, De Almeida FA, Leite MLT, Rambo APP, De Oliveira AM, Carvalho RM and Petter FA (2017) Bioactivity of aqueous extracts of *Anadenanthera macrocarpa*

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

to *Meloidogyne incognita* in cotton crop. **Australian Journal of Crop Science** **11(2)**: 156.

Freitas VM, Correa VR, Motta FC, Sousa MG, Gomes ACMM, Carneiro MDG and Carneiro RMDG (2014) Resistant accessions of wild *Psidium* spp. to *Meloidogyne enterolobii* and histological characterization of resistance. **Plant pathology** **63(4)**: 738-746.

Hussey R and Barker KR (1973) A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. Including a new technique. **Plant Disease Reporter** **57(12)**:1025-1018.

INMET–Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP–Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. 2018.

Isman MB (2000) Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection** **19**: 603 – 608.

Jones JT, Haegeman A, Danchin EGJ, Gaur HS, Helder J, Jones MGK, Kikuchi T, Manzanilla-López R, Palomares-Rius JE, Wesemael WML and Perry RN (2013) Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology** **14(9)**: 946-961.

Karl AC, Souza RM and Mattos JKA (1997) Patogenicidade de *Meloidogyne javanica* em quatro espécies de plantas medicinais. **Horticultura Brasileira** **15(2)**: 118-121.

Khan A, Asif M, Tariq M, Rehman B, Parihar K and Siddiqui MA (2017) Phytochemical investigation, nematostatic and nematocidal potential of wedds extract against the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in vitro. **Asian Journal of Biological Sciences** **10**: 38-46.

Khare MN, Tiwari SP and Sharma YK (2017) Disease problems in the cultivation of coriander (*Coriandrum sativum* L.) and their management leading to production of high quality pathogen free seed. **International J. Seed Spices** **7(1)**: 1-7.

Kiewnick S, Dessimoz M and Franck L (2009) Effects of the Mi-1 and the N root-knot nematoderesistance gene on infection and reproduction of *Meloidogyne enterolobii* on tomato and pepper cultivars. **Journal of Nematology** **41**: 134–139.

Kihika R, Murungi LK, Coyne D, Hassanali A, Teal PE and Torto B (2017) Parasitic nematode *Meloidogyne incognita* interactions with different *Capsicum annum* cultivars reveal the chemical constituents modulating root herbivory. **Scientific Reports** **7(1)**: 2903.

Leite IA, De Moraes AM, Carneiro RG and Leite CA (2015) A etnobotânica de Plantas Medicinais no Município de São José de Espinharas, Paraíba, Brasil. **Biodiversidade** **14(1)**.

Maistrello L, Vaccari G, Sasanelli N (2010) Effect of chestnut tannins on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. **Helminthologica** **47**: 48-57.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Martins ER, Castro DM, Castellani DC and Dias JE (2000) **Plantas medicinais**. Editora UFV, Viçosa, 220p.

Martins MCB and Gonzaga CDS (2016) Ação de extratos de plantas medicinais sobre juvenis de *Meloidogyne incognita* raça 2. **Revista Ciência Agronômica 47(1)**.

Mateus MAF, Faria CMDR, Botelho RV, Dallemole-Giaretta R, Ferreira SGM and Zaluski WL (2014) Extratos aquosos de plantas medicinais no controle de *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949. **Bioscience Journal 30(3)**: 730-736.

Mendonça CI (2016) **Multiplicação do nematoide *Meloidogyne paranaensis* e velocidade de enraizamento de estacas caulinares em sete espécies de plantas medicinais**. UNB, Brasília, 99p.

Mônaco APDA, Carneiro RG, Scherer A and Santiago DC (2011) Hospedabilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira 35**: 46-49.

Moreira FJC, Santos CDG, Da Silva GS and 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(4)**: 701-711.

Moreno JE, Rich JR, French EC, Prine GM and Dunn RA (1992) Reactions of selected herbs to three *Meloidogyne* spp. **Nematropica 22(2)**: 217-225.

Oka Y, Nacar S, Putievsky E, Ravid U, Yaniv Z, and Spiegel Y (2000) Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. **Phytopathology 90(7)**: 710-715.

Oka Y, Offenbach R and Pivonia S (2004) Pepper rootstock graft compatibility and response to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. **Journal of nematology 36(2)**: 137.

Oostenbrink M (1966) Major characteristics of the relation between nematodes and plants. Mendelingen Landbouwhogeschool. **Wageningen 66**: 3-46

Pinheiro J, Boiteux LS, Almeida MRA, Pereira RB, Galhardo LC and Carneiro RMDG (2015) First report of *Meloidogyne enterolobii* in capsicum rootstocks carrying the me1 and me3/me7 genes in central Brazil. **Nematropica 45(2)**: 184-188.

Ravindra H, Adivappar N, Sehgal M, Soumya DM and Narasimhamurthy HB (2016) Root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) on coriander under shade net condition from Karnataka, India. **Pakistan Journal of Nematology 34(1)** 63-65.

Ros C, Sánchez F, Martínez V, Lacasa CM, Hernández A, Torres J and Lacasa A (2016) Brassica crops for biosolarisation reduces the populations of *Meloidogyne incognita* in pepper greenhouses in southeast of Spain. **Itea 112(2)**: 109-126.

Rosa JM, Westerich JN and Wilcken SRS (2013) *Meloidogyne javanica* reproduction on vegetable crops and plants used as green manure. **Tropical Plant Pathology 38(2)**: 133-141.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Sasanelli N, Anton A, Takacs T, D'Addabbo T, Biro I and Malov X (2009) Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on the nematicidal properties of leaf extracts of *Thymus vulgaris* L. **Helminthologia** **46(4)**: 230.

Silva MDCLD, Santos CDG and Silva GSD (2016) Species of *Meloidogyne* associated with vegetables in microregions of the state of Ceará. **Revista Ciência Agronômica** **47(4)**: 710-719.

Siqueira KMS, Freitas VM, Almeida MRA, Santos MFA, Cares JA, Tigano MS and Carneiro RMDG (2009) Detecção de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e mamoeiro no estado de Goiás, usando marcadores moleculares. **Tropical Plant Pathology** **34**: 256–260.

Steffen RB, Antonioli ZI, Bosenbecker VK, Steffen GP, Lupatini M, Campos A D and Gomes CB (2008) Avaliação de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de *Meloidogyne graminicola* em arroz irrigado. **Nematologia Brasileira** **32(2)**: 126-134.

CAPITULO III

REAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS PROPAGADAS ASSEXUADAMENTE *À Meloidogyne spp.*

REAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS PROPAGADAS ASSEXUADAMENTE À

Meloidogyne spp.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi encontrar entre os genótipos de plantas medicinais propagadas assexuadamente fontes de resistência ao *Meloidogyne spp.* Foram realizados três experimentos independentes, no período de julho de 2017 a maio de 2018. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e 20 tratamentos, foi avaliada a reação de justiça, chambá, ampicilina, vinca, artemísia, arnica, boldo baiano, cana de macaco, fortuna, amora, menta, hortelã miúda, manjeriço miúdo, hortelã graúda, hortelã variegada, boldo comum, boldo chinês, mirra, atipim e erva-cidreira, à *M. enterolobii*, *M. javanica* e *M. incognita*. O material vegetativo para a produção das estacas foi proveniente de matrizes locais no Horto Medicinal da UFRPE, estacas medindo, em média, 15 cm foram obtidas de estas foram colocadas para enraizar em bandejas de 36, contendo substrato tipo Basaplant®, e quando enraizadas foram transferidas para recipientes plásticos individuais. aos 25 dias após a semeadura foi realizada a inoculação do substrato com *Meloidogyne spp.* à uma concentração de 4000 ovos/mL, aos 45 dias após a inoculação as plantas foram retiradas para avaliação das características, número de galhas, número de ovos e fator de reprodução. Para *M. enterolobii* os genótipos suscetíveis foram boldo baiano (FR=28,20), menta (FR=20,16), hortelã variegada (FR=17,89), erva-cidreira (FR=17,31), boldo comum (FR=7,90), manjeriço limão (FR=7,73), chambá (FR=6,10), fortuna (FR=4,20) e hortelã variegada (FR=1,74), os genótipos resistentes foram hortelã miúda (FR=0,19), arnica (FR=0,04), boldo chinês (FR=0,03), Justiça (FR=0,02) e Mirra (FR=0,01), atipim comportou-se como imune (FR=0,00). Para *M. incognita* os genótipos suscetíveis foram boldo chinês (FR=13,25), hortelã variegada (FR=10,76), hortelã miúda (FR=10,24), justiça FR=(8,47), hortelã graúda (FR=7,51), amora (FR=6,66), boldo baiano (FR=6,45), ampicilina (FR=5,20), mirra (FR=4,84), erva-cidreira (FR=4,37), chambá (FR=4,20) e cana de macaco (FR=3,53), os genótipos classificados como resistentes foram boldo comum (FR=0,59), hortelã miúda (FR=0,52), fortuna (FR=0,36), menta (FR=0,31), artemísia (FR=0,18), arnica (FR=0,17), vinca (FR=0,10) e atipim (FR=0,02). Para *M. javanica* 11 genótipos comportaram-se como suscetíveis, manjeriço miúdo (FR=13,99), cana de macaco (FR=11,42), hortelã graúda (FR=9,55), mirra (FR=8,88), amora (FR=8,76), hortelã variegada (FR=7,18), boldo baiano (FR=6,60) erva-cidreira (FR=6,45), boldo chinês (FR=5,06), atipim (4,42) e chambá (FR=3,46), comportaram-se como resistentes, menta (FR=0,85), ampicilina (FR=0,67), hortelã miúda (FR=0,49), artemísia (FR=0,18), vinca (FR=0,16) e boldo comum (FR=0,12), foram consideradas imunes, arnica, Justiça e fortuna ambas com (FR=0,00). Artemísia, vinca, hortelã miúda e arnica foram resistentes e podem ser utilizadas em áreas infestadas, em sistemas de consórcio e/ou rotação de culturas com o objetivo de diminuir a população do patógeno no solo.

Palavras chave: Nematóide das galhas, propagação vegetativa, resistência

REACTION OF MEDICINAL PLANTS ASEXUALLY PROPAGATED TO***Meloidogyne* spp.****ABSTRACT**

The objective of this study was to find asexually propagated medicinal plants genotypes as sources of resistance to *Meloidogyne* spp. Three independent experiments were carried out between July 2017 and May 2018. The experimental design was a randomized complete block design with four replicates and 20 treatments. The reaction was evaluated in the justice, chambá, ampicillin, vinca, artemisia, arnica, mint, mint, mint, mint, basil mint, mint, variegated mint, common goblet, Chinese goblet, myrrh, atypt and lemon balm, *M. enterolobii*, *M. javanica* and *M. incognita*. The vegetative material for the production of the cuttings came from matrices located in the Medicinal Garden of UFRPE, cuttings measuring, on average, 15 cm were obtained to be rooted in trays of 36, containing Basaplant® type substrates, and when rooted transferred to individual plastic containers. at 25 days after sowing the inoculation of the substrate with *Meloidogyne* spp. at a concentration of 4000 eggs / mL, at 45 days after inoculation the plants were removed for evaluation of the characteristics, number of galls, number of eggs and reproduction factor. For *M. enterolobii* the susceptible genotypes were Boldo Bahian (FR = 28,20), mint (FR = 20,16), variegated mint (FR = 17,89), lemon balm (FR = 17,31) (FR = 7.90), lemon basil (FR = 7.73), chambá (FR = 6.10), fortune (FR = 4.20) and variegated mint (FR = 1.74), resistant genotypes were (FR = 0.04), guinea pig (FR = 0.03), guinea pig (FR = 0.03), guinea pig (FR = 0.00). For *M. incognita* the susceptible genotypes were Chinese goblet (FR = 13,25), variegated mint (FR = 10.76), mint mint (FR = 10.24), justice FR = (8.47), mint mint FR = 7.51), mulberry (FR = 6.66), boldo bahiana (FR = 6.45), ampicillin (FR = 5.20), myrrh (FR = 4.84) (FR = 0.53), chambá (FR = 4.20) and monkey cane (FR = 3.53), the genotypes classified as resistant were common goblet (FR = 0.59), mint , FR (0.10), and FR (0.10), and FR (0.10), and FR (0.10) 0.02). For *M. javanica* 11 genotypes behaved as susceptible, basil (FR = 13.99), monkey cane (FR = 11.42), mint (FR = 9.55), myrrh (FR = 8.88), mulberry (FR = 7,18), banana (FR = 6.60), lemon balm (FR = 6.45), Chinese pineapple (FR = 5.06) (FR = 0.85), ampicillin (FR = 0.67), mint (FR = 0.49), and mint (FR = 0.85) (FR = 0,16) and common boldo (FR = 0.12), were considered immune, arnica, Justicia and fortune both with (FR = 0.00). Artemisia, vinca, small mint and arnica were resistant and could be used in infested areas, in systems of consortium and / or crop rotation in order to reduce the pathogen population in the soil.

Key words: Root-knot nematodes, vegetative propagation, resistance

INTRODUÇÃO

O uso de fitoterápicos é indicado como prática antiga e acredita-se que remonta aos primórdios do conhecimento da atual medicina moderna, quando ainda não haviam conhecimentos à respeito das informações hoje disponíveis acerca das funções celular e molecular do organismo (BAHARVAND-AHMADI et al., 2006). Com isso, o uso de plantas medicinais foi tradicionalmente estabelecido, com reconhecimento de grupos de plantas que possuem dentre outras, propriedades antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatórias, antidiabéticas e anticancerígenas (SALEH, 2018). Uma característica comum do uso de fitoterápicos é que a difusão da prática do uso é mais comum em regiões de populações com baixo poder aquisitivo e tradicionais grupos sociais. Para esses, destaca-se a importância do conhecimento adquirido ao longo de diferentes gerações na escolha de plantas medicinais com denotada eficácia (AHMED et al., 2018).

A capacidade terapêutica das plantas é comumente atribuída à seu conteúdo de minerais, vitaminas, ácidos graxos insaturados, aminoácidos essenciais e metabólitos secundários, como ácidos fenólicos e flavonóides (BIDLACK et al., 2000; SALEH et al., 2018). A obtenção de plantas com elevados níveis desses fitoquímicos é desejável, além disso, assim como ocorre em outras plantas cultivadas, é necessário que seu cultivo seja realizado em condições adequadas para garantir a produção satisfatória dessa matéria prima. Segundo a Organização das Nações Unidas, o mercado mundial de produtos naturais (derivados de plantas, óleos essenciais, temperos e chás), envolve cerca de 60 bilhões de dólares por ano e apresenta uma demanda crescente de 7% ao ano. Estima-se que, no Brasil, esse mercado gire em torno de US\$ 160 milhões por ano, sendo o fator de atração o ritmo de crescimento das vendas internamente, em torno de 15% anuais (BORGES & SALES, 2018).

A produção fitoquímica nos tecidos vegetais é altamente influenciada pelas práticas agrônômicas e pelas condições desenvolvimento que podem ser afetadas pela ocorrência de doenças (BJÖRKMAN et al., 2011). Diferentes agentes patogênicos são causadores de estresses bióticos em plantas, e dentre os quais pode-se destacar os nematoides. Esse grupo de patógenos pertence a um filo com diferentes hábitos de vida, onde os de maior importância econômica possuem hábito

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas parasitário (QUIST et al., 2015). Os nematódes das galhas *Meloidogyne* spp. são fitopatógenos com capacidade de infectar uma ampla gama de espécies de plantas, apresentam uma distribuição quase cosmopolita, fazendo desse gênero, um dos mais polípagos e prejudiciais ao desenvolvimento vegetal (ELLING, 2013). Em plantas, nematoides da espécie *Meloidogyne* spp. infectam os tecidos e desenvolvem galhas, associando-se ao hospedeiro em uma relação biotrófica, como sintomas secundários, pode-se observar o amarelecimento das folhas, murcha, raquitismo, e em plantas medicinais a infecção por estes patógenos pode influenciar a produção e a qualidade dos princípios ativos dessas plantas.

Existem vários métodos descritos para o controle de nematoides (FERRAZ & FREITAS, 2004). No entanto, o controle desses parasitas vegetais ainda é uma tarefa difícil, principalmente devido às limitações inerentes a esses métodos de controle (NEVES et al., 2005). Por exemplo, o uso de nematicidas químicos aumenta os custos de produção e causa riscos humanos e ambientais (CAMPOS et al. 2006). Com isso em mente, muitos pesquisadores nas últimas décadas vêm estudando métodos alternativos de controle de nematoides, como o uso de extratos botânicos que possuem propriedades nematicidas (NEVES et al., 2005), além da identificação de plantas resistentes que podem ser utilizadas em áreas infestadas por esse nematoide, uma vez que provavelmente sofreriam poucos danos por apresentarem valores de FR baixos, podem ser eficientes na redução da população desse nematoide no solo. Informações sobre plantas com resistência ou tolerância aos nematoides estão se tornando cada vez mais importantes, especialmente para pequenos produtores onde o controle do nematoide é limitado ou inexistente (MOREIRA & SANTOS, 2015).

O conhecimento a respeito das espécies cultivadas, bem como o conhecimento de suas variabilidades inter e intra-específicas são fatores importantes para se manejar adequadamente áreas infestadas pelos nematoides das galhas. Para o gênero *Meloidogyne*, a identificação correta das espécies e raças, mediante diagnóstico, permite estabelecer a cultura a ser explorada ou as que poderão compor planos de rotação, consórcio e até períodos de pousio. Ainda, segundo Campos et al. (2001) a resistência desenvolvida em uma cultivar não é necessariamente efetiva contra todas as espécies e raças do nematoide. Vale salientar ainda, que estes resultados são de extrema importância, principalmente,

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

para estas espécies estudadas, pois muitas dessas, notadamente as medicinais, ainda não passaram por um rigoroso programa de melhoramento (CHARCHAR & MOITA, 2005).

Considerando a importância das plantas medicinais, tanto econômica quanto terapêutica, bem como a falta de estudos relacionados à interação dessas plantas com *Meloidogyne* spp., esse trabalho teve por objetivo avaliar a hospedabilidade de 20 genótipos de plantas medicinais propagadas assexuadamente à *Meloidogyne enterolobii*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*, bem como identificar genótipos resistentes que poderão ser utilizados no manejo desse patógeno no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) localizada a 8°54'47"S, 34°54'47"W, com altitude de 6 m, no período de julho de 2017 a maio de 2018, em casa de vegetação fechada com tela nas laterais e coberta com filme de polietileno transparente de 150 micras. Três experimentos independentes foram conduzidos em blocos casualizados com quatro repetições e 20 tratamentos, sendo a parcela constituída por quatro plantas.

No primeiro experimento foi testada a reação das plantas medicinais ao *Meloidogyne enterolobii* entre os meses de julho e novembro de 2017, as temperaturas máxima e mínima nesse período foram 29,5 °C e 21,8°C respectivamente, com média 25,7°C. O experimento com *Meloidogyne incognita* foi conduzido entre dezembro de 2017 e fevereiro de 2018, com temperatura máxima de 33,8°C e mínima de 21,8°C, com média de 28,8°C. O último experimento avaliou a reação dos genótipos de plantas medicinais à *Meloidogyne javanica*, sendo conduzido entre fevereiro e maio de 2018, com temperatura máxima de 32,3°C e mínima de 21,1°C, com média de 26,7°C (INMET, 2018).

Em todos os experimentos, para comprovar a viabilidade inóculo, foram utilizadas plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv 'Santa Cruz'. Os 20 genótipos de plantas medicinais avaliados quanto à reação a *Meloidogyne enterolobii*, *M. javanica* e *M. incognita* encontram-se na tabela 01.

Tabela 01: Plantas medicinais propagadas por estacas, avaliadas quanto à reação ao *M. enterolobii*, *M. javanica* e *M. incognita*.

Família	Nome científico	Nome popular
Acanthaceae	<i>Justicia gendarussa</i> Burm	Justicia
	<i>Justicia pectoralis</i> var. <i>stenophylla</i> Leonard	Chambá
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> L. (Kuntze)	Ampicilina
Apocynaceae	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	Vinca
Asteraceae	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Artemísia
	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	Arnica
	<i>Vernonia condensata</i> Baker	Boldo baiano
Costaceae	<i>Costus spicatus</i> (Jacq.) Sw.	Cana de macaco
Crassulaceae	<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Oken	Fortuna
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Amora
Lamiaceae	<i>Mentha arvensis</i> L.	Menta
	<i>Mentha piperita</i> (Ehrh.) Briq.	Hortelã miúda
	<i>Ocimum basilicum</i> var. <i>minimum</i>	Manjeriço miúdo
	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng	Hortelã graúda
	<i>Plectranthus amboinicus</i> var. <i>variegatus</i>	Hortelã variegada
	<i>Plectranthus barbatus</i> Andrews	Boldo comum
	<i>Plectranthus ornatus</i> Codd	Boldo chinês
Phytolaccaceae	<i>Petivea alliacea</i> L.	Atipim
	Verbenaceae	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br.

A obtenção das mudas das espécies de plantas medicinais, para os três experimentos, foi realizada por estaquia caulinar simples. Estacas medindo, em média, 15 cm foram obtidas de matrizes locadas no Horto Medicinal da UFRPE, estas foram colocadas para enraizar em bandejas de 36 células piramidais invertidas, 80 mL/célula, contendo substrato tipo Basaplant®, e quando enraizadas

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

foram transferidas para recipientes plásticos individuais. Esse processo foi realizado semanalmente para que todas as espécies tivessem exemplares com aproximadamente 15 cm e raízes novas, no momento da inoculação, sendo esta realizada 25 dias após o semeio das primeiras estacas. Os recipientes utilizados constituíram-se em sacos de polietileno para produção de mudas com capacidade de 1,0 L, contendo substrato a base de solo, pó de coco, húmus e composto orgânico na proporção 3:1:1:1.

Os isolados utilizados pertencem ao Programa de Melhoramento Genético de Plantas da (UFRPE), e foram mantidos puros em casa de vegetação em plantas de tomateiro suscetível, cultivar Santa Clara, para infestação do substrato, aplicou-se uma suspensão contendo 10.000 ovos de *Meloidogyne* spp. em cada vaso. A nutrição das fontes de inóculo foi realizada diariamente com a solução nutritiva composta por 200 g/1000 L de MAP (Mono-Amônio-Fosfato), 400 g/1000 L de Sulfato de Magnésio, 25 g/1000 L de Quelatec (Ferro 7,5 %, Manganês 3,5 %, Zinco 0,7 %, Cobre 0,28 %, Boro 0,65 %, Molibdênio 0,3 %), 25 g/1000 L de Ultraferro, 750 g/1000 L de Nitrato de Cálcio e 450 g/1000 L de Nitrato de Potássio. 60 dias após a inoculação das fontes, realizou-se a extração dos ovos dos nematoides em laboratório para serem utilizadas nos experimentos. Para extração dos ovos seguiu-se a metodologia descrita por Hussey e Barker (1973) e modificada por Bonetti e Ferraz (1981). As raízes com galhas foram cuidadosamente lavadas em água parada para remoção total do substrato. Em seguida, foram cortadas e trituradas em liquidificador em solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, durante 30 segundos. Após a trituração, a solução foi lavada com água corrente sob duas peneiras. Após remoção total do hipoclorito, os ovos retidos foram transferidos para um Becker e foram contados com auxílio de um microscópio utilizando-se a lâmina de Peters.

Para inoculação das plantas, em todos os experimentos, foi utilizada suspensão aquosa contendo 1.000 ovos/mL. Cada planta foi inoculada com 4ml de solução, totalizando 4.000 ovos e eventuais J2 por planta. O inóculo foi distribuído na região da rizosfera, a aproximadamente 1 a 2 cm do caule. Quarenta e cinco dias após a inoculação retirou-se as plantas de tomateiro e verificou-se a intensa formação de galhas e de massas de ovos em suas raízes. Confirmando a eficiência da inoculação, as plantas medicinais foram cuidadosamente removidas de seus recipientes plásticos, a parte aérea foi cortada e descartada e as raízes lavadas.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Avaliaram-se as características, número de galhas, número de ovos e fator de reprodução. Para determinação do número de galhas, cada planta teve seu sistema radicular previamente submerso em água parada, para o desprendimento do substrato. Em seguida, foi contado o número de galhas. Após as contagens das galhas, as raízes foram trituradas em liquidificador com água por 30 segundos com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) (0,5%), seguindo a técnica de Hussey e Barker (1973), modificada por Boneti e Ferraz (1981), a solução contendo os ovos e/ou juvenis foi acondicionada em recipientes plásticos e levados para geladeira à 5°C para posterior contagem, o tempo de armazenamento durou 20 dias. Os ovos assim obtidos foram contados com o auxílio de microscópio óptico e lâmina de Peters. Obtendo-se o número de ovos por sistema radicular.

Avaliou-se a hospedabilidade das plantas medicinais através do critério de Oostenbrink (1966), que classifica a reação das plantas com base no fator de reprodução do nematoide. Para determinação do fator de reprodução (FR), dos nematoides, foi realizada a divisão da população final (P_f) de nematoides nas raízes pela população inicial (P_i) utilizada na inoculação (OOSTENBRINK, 1966). Segundo este critério, classificam-se as plantas em: FR = 0, planta imune; $FR > 0$ e < 1 , planta resistente e $FR > 1,0$ planta susceptível.

Os dados obtidos foram transformados utilizando a raiz quadrada, adequando-se à distribuição normal, atendendo assim, uma pressuposição da análise de variância, e foram agrupados pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, em função de suas médias, quanto as variáveis em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo encontram-se na Tabela 02, que apresenta o número de galhas (NG), o número ovos (NO) e o fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne enterolobii*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* em vinte genótipos de plantas medicinais propagadas por estaquia caular. Em todos os experimentos realizados, o tomateiro Santa Clara apresentou formação de galhas e FR superior a 1, comprovando a viabilidade dos inóculos de *M. enterolobii*, *M. incognita* e *M. javanica*.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Tabela 02: Valores médios do número de galhas (NG), número de ovos (NO) e fator de reprodução (FR) do *Meloidogyne spp.* em vinte genótipos de plantas medicinais

Espécie (Nome comum)	<i>Meloidogyne enterolobii</i>				<i>Meloidogyne incognita</i>				<i>Meloidogyne javanica</i>			
	NG	NO	FR	Reação*	NG	NO	FR	Reação	NG	NO	FR	Reação
<i>Alternanthera brasiliana</i> (Ampicilina)	0,00 h	244,30 e	0,06 e	R	26,32 d	20.721,60 e	5,20 e	S	1,56 g	2.731,11 g	0,67 g	R
<i>Artemisia vulgaris</i> (Artemísia)	-	-	-	-	0,06 f	754,05 g	0,18 g	R	0,18 h	717,17 h	0,18 h	R
<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Fortuna)	82,45 d	16.793,57 c	4,20 c	S	1,08 f	1.423,55 f	0,36 f	R	0,62 g	0,00 i	0,00 i	I
<i>Catharanthus roseus</i> (Vinca)	-	-	-	-	0,00 f	377,14 g	0,10 g	R	1,08 g	626,00 h	0,16 h	R
<i>Costus spicatus</i> (Cana de macaco)	-	-	-	-	8,35 e	14.120,57 e	3,53 e	S	149,33 a	45.684,79 b	11,42 b	S
<i>Justicia gendarussa</i> (Justícia)	0,00 h	74,80 e	0,02 e	R	36,24 c	33.870,72 c	8,47 c	S	0,00 h	0,00 i	0,00 i	I
<i>J. pectoralis</i> var. <i>stenophylla</i> (Chambá)	27,67 e	24.311,05 c	6,10 c	S	14,75 d	16.734,01 e	4,20 e	S	14,29 f	13.771,02 f	3,46 f	S
<i>Lippia alba</i> (Erva-cidreira)	208,22 b	69.158,48 b	17,31 b	S	16,08 d	17.410,80 e	4,37 e	S	36,60 d	25.795,57 d	6,45 d	S
<i>Mentha arvensis</i> (Menta)	237,16 a	80.752,59 b	20,16 b	S	0,06 f	1.269,49 f	0,31 f	R	3,42 g	3.357,04 g	0,85 g	R
<i>M. piperita</i> (Hortelã miúda)	5,90 g	781,76 e	0,19 e	R	0,62 f	2.046,66 f	0,52 f	R	0,98 g	1.796,06 g	0,49 g	R
<i>Morus nigra</i> (Amora)	-	-	-	-	21,90 d	26.608,13 d	6,66 d	S	73,96 c	35.070,05 c	8,76 c	S
<i>Ocimum basilicum</i> var. <i>minimum</i> (Manjerição miúdo)	121,88 c	30.828,34 c	7,73 c	S	73,62 a	40.917,20 b	10,24 b	S	101,00 b	56.050,56 a	13,99 a	S
<i>Petivea alliacea</i> (Atipim)	0,00 h	0,00 e	0,00 e	I	0,00 f	85,01 g	0,02 g	R	65,61 c	13.674,96 f	4,42 f	S
<i>Plectranthus amboinicus</i> (Hortelã graúda)	259,21 a	71.583,00 b	17,89 b	S	55,50 b	29.980,92 c	7,51 c	S	79,03 c	38.310,23 c	9,55 c	S
<i>P. amboinicus</i> var. <i>variegatus</i> (H. variegada)	28,09 e	6.963,90 d	1,74 d	S	65,29 a	43.027,20 b	10,76 b	S	21,90 e	28.703,14 d	7,18 d	S
<i>P. barbatus</i> (Boldo comum)	16,48 f	31.552,42 c	7,90 c	S	0,06 f	2.377,54 f	0,59 f	R	0,00 h	472,19 h	0,12 h	R
<i>P. ornatus</i> (B. chinês)	0,00 h	135,96 e	0,03 e	R	50,55 b	52.992,04 a	13,25 a	S	35,52 d	20.257,83 e	5,06 e	S
<i>Solidago chilensis</i> (Arnica)	0,00 h	175,30 e	0,04 e	R	0,36 f	709,16 g	0,17 g	R	0,00 h	0,00 i	0,00 i	I
<i>Tetradenia riparia</i> (Mirra)	4,45 g	57,00 e	0,01 e	R	16,24 d	19.401,70 e	4,84 e	S	58,37 c	35.566,19 c	8,88 c	S
<i>Vernonia condensata</i> (B. baiano)	249,32 a	112.674,35 a	28,20 a	S	14,14 d	25.718,54 d	6,45 d	S	35,28 d	26.383,50 d	6,60 d	S
CV%	8,66	21,67	21,67		24,71	13,15	13,15		16,89	12,8	12,8	

Para a análise, os dados originais foram transformados, utilizando-se \sqrt{x}

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente do Teste Scott-Knott a 5%

* Classificação de acordo com OOSTENBRINK, 1966. R: Resistente; S: Suscetível; I: Imune.

1. *Meloidogyne enterolobii*

Para o experimento 01 que avaliou à reação de 20 genótipos de plantas medicinais à *Meloidogyne enterolobii*, *Costus spicatus* (cana de macaco), *Morus nigra* (amora), *Catharanthus roseus* (vinca) e *Artemisia vulgaris* (artemísia), tiveram problemas no enraizamento das estacas, as raízes destas espécies não se encontravam em boas condições no momento da avaliação final, apresentando sinais de podridão e não foram avaliadas ao final do experimento.

De acordo com a tabela 02, os maiores valores para fator de reprodução foram encontrados para *Vernonia condensata* (boldo baiano) que apresentou fator de reprodução (FR=28,20) e número de galhas (NG=249,32), sendo a espécie que apresentou maior susceptibilidade ao *M. enterolobii*, seguida por *Mentha arvensis* (menta) (FR=20,16 e NG=237,16), *Plectranthus amboinicus* (hortelã graúda) (FR=17,89 e NG=259,21), *Lippia alba* (erva-cidreira) (FR=17,31 e NG=208,22), *Plectranthus barbatus* (boldo comum) (FR=7,90 e NG=16,48), *Ocimum basilicum* var. *minimum* (manjerição miúdo) (FR=7,73 e NG=121,88), *Justicia pectoralis* var. *stenophylla* (chambá) (FR=6,10 e NG=27,67), *Bryophyllum pinnatum* (fortuna) (FR=4,20 e NG=82,45) e *Plectranthus amboinicus* var. *variegatus* (hortelã variegada) (FR=1,74 e NG=28,09).

MÔNACO et al. (2011) estudando a hospedabilidade de Plantas Medicinais a *M. paranaensis*, inocularam 5000 ovos e eventuais J2 em treze espécies de plantas medicinais e classificaram as plantas de acordo com a metodologia de Oostenbrink, (1966), o referido estudo classificou o boldo comum como suscetível, apresentando FR=24,98, concordando com os resultados encontrados neste estudo. Com relação à erva-cidreira, os resultados encontrados por Mônaco et al. (2011) diferem dos encontrados neste estudo, para Mônaco et al. (2011) erva-cidreira foi considerada resistente apresentando FR=0,05.

Entre as três espécies de *Meloidogyne* avaliadas, *M. enterolobii* foi a espécie que proporcionou as maiores quantidades de galhas formadas, bem como os maiores valores para o fator de reprodução das espécies suscetíveis, essa maior taxa de multiplicação pode estar relacionada com a maior agressividade dessa espécie. Para Carneiro et al. (2001) *M. enterolobii* é uma espécie altamente

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas virulenta, apresentando potencial de multiplicação superior à *M. incognita* em cultivares suscetíveis ou portadoras do gene Mi em tomateiro, assim como também em outras espécies resistentes a *M. incognita*, *M. arenaria* e *M. javanica*.

Os genótipos que comportaram-se como resistentes à *M. enterolobii* não diferiram estatisticamente entre si, sendo esse grupo formado por *Alternanthera brasiliana* (Ampicilina), *Solidago chilensis* (Arnica), *Plectranthus ornatus* (Boldo chinês), *Justicia gendarussa* (Justicia), *Mentha piperita* (Hortelã miúda) e *Tetradenia riparia* (Mirra). Ampicilina, arnica, boldo chinês e Justicia, não apresentaram galhas em seus sistemas radiculares, entretanto foi observado fator de reprodução de 0,06; 0,04; 0,03 e 0,2 respectivamente. Hortelã miúda e mirra apresentaram NG=5,90 e 4,45; FR=0,19 e 0,01 respectivamente. Estas plantas representam uma importante alternativa no manejo do *M. enterolobii* nas mais diversas culturas, diminuindo a população desse patógeno no solo.

No decorrer de sua evolução, muitas espécies de plantas desenvolveram mecanismos de defesa química contra pragas e patógenos (SLUSARENKO et al., 2008), estes mecanismos proporcionam uma infinidade de moléculas de origem vegetal que apresentam grande potencial no controle de fitonematoides, seja com efeito nematicida, nematostático, ovicida ou de repelência. Plantas pertencentes à família Asteraceae, como a arnica são geralmente ricas em poliacetilenos que possuem amplo espectro de atividade biológica, e muitos deles possuem atividade nematicida. A hortelã miúda por sua vez, é rica em alcaloides (linalol, mentol, cineol, geraniol e eugenol) (CHITWOOD, 2002).

Petivea alliacea (Atipim) não apresentou galhas em seu sistema radicular, nem possibilitou a multiplicação do *M. enterolobii*, sendo classificada como imune a esse patógeno. Resultados semelhantes foram encontrados por Mônaco et al. (2011), que classificaram atipim como imune, apresentando número de ovos igual a zero e FR=0,00. Embora existam alguns trabalhos publicados sobre a reação de plantas medicinais a espécies de *Meloidogyne* (MESQUITA et al., 1993; ARAUJO et al., 1994; MACIEL & FERRAZ, 1996; PARK et al., 2004; LOPES et al., 2005; GOMES et al., 2006; MÔNACO et al., 2011; SANTOS & GOMES, 2011; GOMES et al., 2013; MENDONÇA et al., 2017) poucos estudos são referentes a interação entre plantas medicinais e *M. enterolobii*.

2. *Meloidogyne incognita*

Para o segundo experimento, que avaliou a reação de 20 genótipos de plantas medicinais à *Meloidogyne incognita*. De acordo com a tabela 02, os genótipos que se comportaram como suscetíveis foram *Plectranthus ornatus* (boldo chinês), *Plectranthus amboinicus* var. *variegatus* (hortelã variegada), *Ocimum basilicum* var. *minimum* (manjeriço miúdo), *Plectranthus amboinicus* (hortelã graúda), *Justicia gendarussa* (Justicia), *Morus nigra* (amora), *Vernonia condensata* (boldo baiano), *Alternanthera brasiliana* (Ampicilina), *Tetradenia riparia* (mirra), *Lippia alba* (erva-cidreira), *Justicia pectoralis* var. *stenophylla* (Chambá) e *Costus spicatus* (cana de macaco).

As espécies do gênero *Plectranthus* avaliadas neste estudo, exceto *P. barbatus* (boldo comum), apresentaram grandes valores para a característica fator de reprodução e número de galhas. Boldo chinês apresentou FR=13,25 e NG=50,55, para hortelã variegada foi encontrado FR=10,76 e NG=65,29, hortelã graúda apresentou FR=7,51 e NG=5,50. Estes resultados corroboram com os encontrados por Maciel e Ferraz (1996), que ao avaliarem a reação de oito espécies de plantas medicinais (*Achillea millefolium*, *Achyrocline satureoides*, *Arctium lappa*, *Bryophyllum calycinum*, *Plectranthus barbatus*, *Crassula portulacastrum*, *Polygonum hidropiperoides* e *Tropaeolum majus*) à *M. incognita* e *M. javanica*, classificaram boldo comum como suscetível a ambas espécies do patógeno, sendo os valores correspondentes ao fator de reprodução igual 1,2 para *M. incognita* e 8,1 para *M. javanica*. Em outro estudo, Baida et al. (2011) avaliaram a reação de 15 espécies de plantas medicinais aos nematoides *M. incognita* e *M. javanica*, em seus resultados os autores classificaram *P. barbatus* e *P. neochilus* como resistentes ao *M. incognita*, com ambas as espécies apresentando FR= 0,01.

Manjeriço miúdo foi outra espécie que apresentou altos valores para número de galhas e fator de reprodução (NG=73,62 e FR=10,24), estes resultados diferem dos encontrados por Baida et al., (2011), que em seus estudos encontraram FR=0,02 e 0,29 para Manjeriço verde e manjeriço roxo, respectivamente. RHOADES, (1998) observou que os níveis populacionais de *M. incognita*, *Belonolaimus longicaudatus* e *Pratylenchus scribneri* aumentaram e causaram supressão significativa nas folhagens e no crescimento de raízes de *Ocimum*

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

basilicum. VOVLAS et al., (2008) afirmam que o manjeriço apresenta características que o podem credencia-lo como espécie indicadora da multiplicação de espécies de Meloidogyne no solo, sendo essas características, suscetibilidade a várias espécies, variáveis níveis de tolerância nas diferentes cultivares e facilidade de multiplicação gâmica e vegetativa.

Justicia apresentou fator de reprodução igual a 8,47 e número de galhas igual a 36,24, amora apresentou FR=6,66 e NG=21,90, para boldo baiano foram encontrados FR=6,45 e NG=14,14, amplicilina obteve FR=5,20 e NG=26,32, chambá apresentou FR=4,20 e NG=14,75, cana de macaco obteve FR=3,53 e NG=8,35, para mirra foram encontrados FR=4,84 e NG=16,24. Os valores encontrados para as características número de galhas e fator de reprodução para mirra diferem dos encontrados por Baida et al., (2011), de acordo com os resultados de seus estudos, esses autores classificam a referida espécie como resistente ao *M. incognita* e *M. javanica*, apresentando FR=0,01 e 0,00, respectivamente. Erva-cidreira apresentou NG=16,08 e FR=4,37. Sendo a espécie classificada como suscetível ao *M. incognita*. Esses resultados diferem dos encontrados por Moreira et al., (2017), que avaliando a hospedabilidade de 20 espécies de plantas ornamentais e 10 espécies de plantas medicinais (*Peumus boldus*, *Ocimum gratissimum*, *Mentha arvensis*, *Mentha vilosa*, *Plectranthus amboinicus*, *Ocimum basilicum*, *Rosmarinus officinalis*, *Cymbopogon citratus*, *Lippia alba* e *Cymbopogon winterianus*) à *M. incognita* classificaram a erva-cidreira como resistente ao patógeno em questão.

Informações sobre a reação de erva-cidreira à meloidoginose na literatura são escassas, no entanto, há disponibilidade de estudos realizados com usos de substâncias produzidas a partir dessa planta como óleos. Resultados de uso dessas substâncias indicam ação contra a eclosão de J2 de *Meloidogyne incognita* (MOREIRA et al., 2009). De acordo com Gonçalves et al., (2016) o óleo obtido das folhas dessa planta apresentou efeito nematicida in vitro, com redução da taxa de eclosão de ovos de *M. incognita* raça 1, assim como aumento da mortalidade desse nematoide no estágio juvenil J2 quando ocorreu eclosão de ovos. Marino et al. (2012) observaram que o óleo de erva-cidreira apresentou efeito nematicida in vitro, reduzindo a taxa de eclosão de *M. incognita* raça 1. O óleo essencial de erva-cidreira é constituído por sesquiterpenos e monoterpenos, monocíclicos ou acíclicos, com variações qualitativas e quantitativas dos teores de carvona, limoneno, mirceno,

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas linolol, neral e geraniale. Diversas outras espécies de plantas produzem óleos essenciais que apresentaram efeito nematocida (MOREIRA & FERREIRA, 2015).

Plectranthus barbatus (boldo comum), *Bryophyllum pinnatum* (fortuna), *Artemisia vulgaris* (artemísia), *Solidago chilensis* (arnica), *Catharanthus roseus* (vinca) e *Petivea alliacea* (atipim) apresentaram fator de reprodução menor que um, sendo classificadas como resistentes à *M. incognita*.

Vinca apresentou FR=0,10 e NG=0,00, arnica FR= 0,17 e NG=0,36. Boldo comum (FR=0,59 e NG=0,06), foi a única espécie entre as espécies do gênero *Plectranthus* avaliadas neste estudo que mostrou-se resistente à *M. incognita* raça 1. Esses resultados corroboram com os encontrados por Baida et al. (2011) que classificaram *Plectranthus barbatus* como resistente ao *M. incognita*, apresentando NG=1,90 e FR=0,01. Fortuna apresentou FR=0,36 e NG=1,08, atipim obteve FR=0,00 e não apresentou nenhuma galha em seu sistema radicular, resultados semelhantes para *M. paranaensis* foram observados por Mênaco et al. (2011) onde fortuna apresentou FR=0,07 sendo considerada resistente, e atipim apresentou FR=0,00 sendo classificada como imune.

Artemisia obteve FR=0,18 e NG=0,06. De acordo com Al-Banna et al. (2003) plantas pertencente ao gênero *Artemisia* possuem substâncias com efeito nematocida, em seus estudos foi evidenciado que extratos de *Artemisia herba* reduziram até 54% a população de J2 *in vitro*. Ainda dentro desse gênero há relatos de resistência a *M. incognita*. Park et al. (2007) visando identificar espécies com uso medicinal para uso em sistema de rotação agrícola em áreas com histórico infestadas com nematoides dessa espécie, encontraram que *Artemisia capillaris* teve reação semelhante a imune quando inoculada com esse nematoide.

Hortelã miúda apresentou NG=0,62 e FR=0,52. Para menta foram encontrados NG=0,06 e FR=0,31, discordando das afirmações de Pandey, (2005) de acordo com seus estudos o nematoide das galhas é um dos fatores limitantes mais importantes para o cultivo bem sucedido da menta. Pandey e Kalra (2010) afirmam que a infecção pelo *Meloidogyne* é facilitada pelo modo de propagação dessa espécie (estacas de ramos). Moreira et al. (2017) levando em consideração a presença de galhas, classificou hortelã japonesa como resistente e menta como suscetível à *M. incognita*.

3. *Meloidogyne javanica*

O experimento 03 avaliou a reação de 20 genótipos de plantas medicinais à *Meloidogyne javanica*. De acordo com a tabela 02, *Ocimum basilicum* var. minimum (manjeriço miúdo), *Costus spicatus* (cana de macaco), *Plectranthus amboinicus* (hortelã graúda), *Tetradenia riparia* (mirra), *Morus nigra* (amora), *Plectranthus amboinicus* var. *variegatus* (hortelã variegada), *Vernonia condensata* (boldo baiano), *Lippia alba* (erva-cidreira), *Plectranthus ornatus* (boldo chinês) e *Petivea alliacea* (atipim) foram as espécies que apresentaram fator de reprodução maior que um, sendo portanto classificadas como suscetíveis à *M. javanica*. Boldo baiano apresentou FR=6,60 e NG=35,28; mirra FR=8,88 e NG=58,37; amora FR=8,76 e NG=73,96; erva-cidreira FR=6,45 e NG=36,60; e chambá FR=3,46 e NG=14,29. Mirra foi descrita anteriormente por Baida et al. (2011) como imune à *M. javanica* apresentando FR=0,00 e NG=0,40.

O manjeriço miúdo apresentou NG=101,00 e FR=13,99 sendo a espécie que apresentou o maior valor para fator de reprodução, distinguindo-se estatisticamente de todas as outras avaliadas. Esses resultados corroboram com os de Karl et al. (1997) que testaram a patogenicidade de *M. javanica* em manjeriço (*Ocimum basilicum*), tulsi (*Ocimum sanctum*), melissa (*Melissa officinalis*) e mentrasto (*Ageratum conyzoides*) em condições de microparcelas em campo. Sendo inoculadas diferentes concentrações de inóculo (0,0; 1.000; 2.000 e 4.000 ovos). Como resultado foi observado que as quatro espécies foram altamente suscetíveis à *M. javanica*, com todas as plantas inoculadas apresentando o índice 5 de galhas e de massas-de-ovos. Esses autores relatam ainda, que apenas o manjeriço mostrou-se intolerante à infecção por *M. javanica*, apresentando significativa redução nos pesos fresco e seco da parte aérea em comparação com as testemunhas sadias. Em outro estudo Mattos et al. (2004), relatam o manjeriço roxo e o manjeriço miúdo como suscetíveis a *M. Javanica*, com base no índice de galhas.

Cana de macaco apresentou FR=11,42 e NG=149,33 sendo a espécie que obteve maior formação de galhas diferindo estatisticamente das outras para essa características, algumas espécies podem formar uma grande quantidade de galhas em seu sistema radicular, mas apresentarem baixos valores para a característica fator de reprodução, como neste estudo ocorreu com atipim que apresentou

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

FR=4,42 e NG=65,61. Uma explicação seria o fator de que o nematoide consegue penetrar nas raízes, induz o crescimento das células gigantes, mas por algum mecanismo de defesa da planta não consegue se reproduzir. De acordo com Moura (1997) a simples presença de galhas não é fator determinante para susceptibilidade das espécies vegetais ao nematoide das galhas, a presença de galhas indica um aspecto sintomatológico não devendo ser empregada como parâmetro avaliativo para resistência de plantas, pois há casos em que plantas resistentes formam galhas e susceptíveis que não as apresentam.

Como aconteceu no experimento com *M. incognita*, as plantas pertencentes ao gênero *Plectranthus*, com exceção do boldo comum que foi classificado como resistente (FR=0,12 e NG=0,00), foram todas suscetíveis ao *M. javanica*. Hortelã graúda apresentou FR=9,55 e NG=79,03; hortelã variegada obteve FR=7,18 e NG=21,90; boldo chinês apresentou FR=5,06 e NG=35,52. Maciel e Ferraz, (1996) avaliaram oito espécies de plantas medicinais a *M. javanica* e *M. incognita*, com base nos valores médios de IG e IMO, macela, boldo comum, polígono e Chagas foram classificadas como suscetíveis. No estudo de Maciel e Ferraz, (1996) boldo comum apresentou FR=8,1.

Ainda de acordo com a tabela 02, *Metha arvensis* (menta) (FR=0,85 e NG=3,42), *Alternanthera brasiliana* (Ampicilina) (FR=0,67 e NG=1,56), *Mentha piperita* (hortelã miúda) (FR=0,49 e NG=0,98), *Plectranthus barbatus* (boldo comum) (FR=0,12 e NG=0,00), *Artemisia vulgaris* (artemísia) (FR=0,18 e NG=0,18), *Catharanthus roseus* (Vinca) (FR=0,16 e NG=1,08). Mendonça et al. (2017) avaliando a multiplicação de duas populações de *M. paranaensis* em oito espécies de plantas medicinais relataram que Artemísia e Vinca foram altamente resistentes às duas populações do patógeno apresentando fator de reprodução abaixo de 0,30 em ambos os experimentos. As espécies *Solidago chinense* (arnica), *Justicia gendarussa* (Justicia) e *Bryophyllum pinnatum* (fortuna) não permitiram a reprodução do *M. javanica* apresentando FR=0,00, sendo classificadas como imunes ao patógeno.

Cana de macaco, chambá, erva-cidreira, amora, hortelã graúda, hortelã variegada, manjerição limão e boldo baiano foram suscetíveis a todas as espécies de Meloidogyne que foram avaliadas, devendo ser evitado seu cultivo em áreas infestadas pelo patógeno. Artemísia, vinca, hortelã miúda e arnica foram resistentes

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

e podem ser utilizadas em áreas infestadas, com o objetivo de diminuir a população do patógeno no solo.

Algumas espécies medicinais já foram estudadas quanto à hospedabilidade à *Meloidogyne* spp., bem como a possibilidade de serem usadas no controle desses nematoides. Dias et al. (2000) observou que Mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.), bardana (*Arctium lappa* L.), Artemísia (*Artemisia vulgaris* L.), losna (*Artemisia absinthium* L.), confrei (*Symphytum officinale* L.) e catinga de mulata (*Tanacetum vulgare* L.) apresentaram boa atividade nematicida sobre juvenis de *M. incognita*. Neves et al. (2005) observou que óleo essencial de mostarda (*Sinapsis alba* L.) e dois produtos à base de capsaicina, capsainídes e alil isotiocianato reduziram a eclosão em 90 % juvenis de *M. javanica*. Moreira et al. (2009) observou que óleos essenciais foram eficientes na inibição da eclosão de juvenis J2 de *Meloidogyne incognita* raça 2.

As substâncias vegetais desempenham um papel importante no controle da população dos nematoides. Extratos etanólicos de *Artemisia vulgaris* possuem efeitos negativos sobre o gênero *Meloidogyne*, o aumento da mortalidade de juvenis, diminuição da eclosão dos ovos e, conseqüente diminuição da infectividade da planta hospedeira (DOUDA et al., 2010). Para Campos et al. (2006), os exsudatos radiculares das más hospedeiras ao nematoide das galhas, podem afetar a mobilidade e a eclosão desses patógenos, interferindo nas divisões celulares do nematoide dentro do ovo, ou mesmo servindo como fator de inibição da eclosão por algum composto com efeito nematostático (FERRAZ & FREITAS, 2004).

Alguns resultados obtidos neste estudo divergem dos encontrados na literatura, essa diferença de resposta se deve provavelmente a características do acesso utilizado por aqueles autores. A diferença de reação de acessos é comum em trabalhos com *Meloidogyne*, conforme observado anteriormente por Gomes, (2006) em diferentes acessos de *P. glomerata* e suas reações a *M. incognita*.

Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo indicam que os genótipos artemísia, vinca, hortelã miúda e arnica foram resistentes e podem ser utilizadas em áreas infestadas, em sistemas de consórcio e/ou rotação de culturas com o objetivo de diminuir a população do patógeno no solo. Os genótipos cana de macaco, chambá,

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

erva-cidreira, amora, hortelã graúda, hortelã variegada, manjeriço limão e boldo baiano foram suscetíveis a todas as espécies de *Meloidogyne* que foram avaliadas, não sendo recomendado seu cultivo em áreas infestadas, pois sua presença aumentaria a população do patógeno nessas áreas.

REFERENCIAS

Ahmed SM, Nordeng H, Sundby J, Aragaw YA and De Boer HJ (2018) The use of medicinal plants by pregnant women in Africa: a systematic review. **Journal of ethnopharmacology**, 2018.

Al-Banna L, Darwish RM and Aburjai T (2003) Effect of plant extracts and essential oils on root-knot nematode. **Phytopathologia Mediterranea** **42**: 123-128.

Araujo WP, Mattos JKA and Souza RM (1994) Fontes de resistência a *Meloidogyne javanica* entre procedências de *Pfaffia glomerata*. **Fitopatologia Brasileira** **19**: 322-323.

Baharvand-Ahmadi B, Bahmani M, Tajeddini P, Naghdi N and Rafieian-Kopaei M (2016) An ethno-medicinal study of medicinal plants used for the treatment of diabetes. **Journal of nephropathology** **5**: 44.

Baida FC, Santiago DC, Vidal LHI, Baida LC and Stroze CT (2011) Medicinal plants' hosting ability for nematode *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. **Nematropica** **41**: 150-153.

Björkman M, Klingen I, Birch NA, Bones AM, Bruce TJ, Johansen TJ, Meadow R, Mølmann J, Seljåsen R, Smart LE and Stewart, D. Phytochemicals of Brassicaceae in plant protection and human health—Influences of climate, environment and agronomic practice. **Phytochemistry** **72**: 538-556.

Bonetti JIS and Ferraz S (1981) Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira** (6):553.

Campos HD, Campos VP and Coimbra JL (2006) Efeito de exsudato radicular de *Brachiaria decumbens* e de sorgoleone de *Sorghum bicolor* no desenvolvimento de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira** **30**: 59-65.

Campos VP, Campos JR, Silva LHCP and Dutra MR (2001) Manejo de nematoides em hortaliças. In Luís HCPS, Juliana RC and Gutemberg BAN (eds) **Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças**. UFLA, Lavras, p.125-158.

Carneiro RMDG, Moreira WA, Almeida MRA and Gomes ACMM (2001) Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira** **25**: 223-228.

Charchar JM and Moita AW (2005) **Metodologia para seleção de hortaliças com resistência a nematoides: Alface/*Meloidogyne* spp.** Embrapa Hortaliças, Brasília, 8p.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Chitwood DJ (2002) Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology** **40**: 221-49.

Dias CR, Scwan AV, Ezequiel DP, Sarmiento MC and Ferraz S (2000) Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais na sobrevivência de *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira** **24**: 202-210.

Douda O, Zouhar M, Mazáková J, Nováková E and Pavela R (2010) Using plant essences as alternative mean for northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) management. **Journal of pest Science** **83**: 217-221.

Elling AA (2013) Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. **Phytopathology** **103(11)**: 1092-1102.

Ferraz S and Freitas LG (2004) Use of antagonistic plants and natural products. In Zhongxiao XC, Senyu CY and Donald WD (ed) **Nematology – Advances and Perspectives**. CABI, Wallingford, p. 931-960.

Gomes ACMM (2006) Resistência e caracterização histológica de acessos de *Pfaffia glomerata* a *Meloidogyne incognita*. **Dissertação de Mestrado em Ciências Agrárias**. Universidade de Brasília, Brasília. 85 p.

Gomes CB, Eicholz E and Santos A (2013) Resistência de Cultivares de Mamona ao Nematóide-das-galhas *Meloidogyne* spp. **Embrapa Clima Temperado-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**.

Gonçalves F, Barbosa F, Lima J, Coutinho I, Oliveira F, Rocha R and Andrade Neto M (2016) Antagonist activity of the essential oil *Lippia alba* (Mill.) NE Brown (Verbenaceae) on *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** **18**: 149-156.

Hussey R and Barker KR (1973) A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. Including a new technique. **Plant Disease Reporter** **57(12)**:1025-1018.

INMET–Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP–Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. 2018.

Karl AC, Souza RM and Mattos JKA (1997) Patogenicidade de *Meloidogyne javanica* em quatro espécies de plantas medicinais. **Horticultura brasileira** **15**: 118-121.

Lopes EA, Ferraz S, Freitas LG, Ferreira PA and Amora DX (2005) Efeito dos extratos aquosos de mucuna preta e de manjerição sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira** **29**: 67-74.

Maciel SL and Ferraz LCCB (1996) Reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 2 e de *Meloidogyne javanica* em oito espécies de plantas medicinais. **Scientia Agrícola** **53**: 232-236.

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Marino RH, Gomes LAA, Cruz EMO, Silva AC, Bianchini FG, Meneses TN, Santos HR and Blank AF (2012) Controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 com óleo essencial de *Lippia Alba*. **Scientia Plena 8**: 1-8.

Mattos JKA, Oliveira CA, Magalhães GG and Almeida ACL (2004) Hospedeiras de *Meloidogyne javanica* na família Labiatae, recentes relatos no Brasil. In: **XXXVII Congresso Brasileiro de Fitopatologia**. Fitopatologia Brasileira, Gramado p. 45.

Mendonça CI, Mattos JDA and Carneiro RM (2017) Hospedabilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematropica 47**: 49-54.

Meskin MS, Bidlack WR, Topham DK and Omaye ST (2000) **Phytochemicals as bioactive agents**. CRC press, Basel, 274p.

Mesquita RL, Souza RM and Mattos JKA (1993) Susceptibilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira 17**: 17.

Mônaco APDA, Carneiro RG, Scherer A and Santiago DC (2011) Hospedabilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira 35**: 46-49.

Moreira FJC and Ferreira ACS (2015) Controle alternativo de nematoide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*) com cravo de defunto (*Tagetes patula* L.), em solo. **Holos 1**: 99-110.

Moreira FJC, Santos CDG and Innecco R (2009) Eclosão e mortalidade de juvenis J2 de *Meloidogyne incognita*, raça 2 em óleos essenciais. **Revista Ciência Agrônômica 40**: 441-448.

Moreira FJC, Santos CDG, Silva GS and 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.

Moura RM (1997) O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte II. **Revisão Anual de Proteção de Plantas 5**: 281-315.

Neves WS, Freitas LG, Dallemole-Giaretta R, Fabry CFS, Coutinho MM, Dhingra OD, Ferraz S and Demuner AJ (2005) Atividade de extratos de alho (*Allium sativum*), mostarda (*Brassica campestris*) e pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) sobre a eclosão de juvenis *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira 29**: 273-278.

Oostenbrink M (1966) **Major characteristic of the relation between nematodes and plant**. Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen, 46p.

Pandey R (2005) Field application of bio-organics in the management of *Meloidogyne incognita* in *Mentha arvensis*. **Nematologia Mediterranea 33**: 51-54.

Pandey R, Kalra A (2010) Inhibitory effects of vermicompost produced from agro-waste of medicinal and aromatic plants on egg hatching in *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. **Current Science 98**: 833-835

Martins, C. S. R. Hospedabilidade de Plantas Medicinais aos Nematoides das Galhas

Park SD, Khan Z, Kim YH (2007) Evaluation of medicinal herbs for resistance to root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in Korea. **Nematropica** **37**: 73-78.

Park SD, Kim JC and Khan Z (2004) Host status of medicinal plants for *Meloidogyne* hapla. **Nematropica**. **34**: 39-43.

Quist Cw, Smant G and Helder J (2015) Evolution of plant parasitism in the phylum Nematoda. **Annual review of phytopathology** **53**: 289-310.

Rhoades HL (1988) Effects of Several Phytoparasitic Nematodes on the Growth of Basil, *Ocimum basilicum*. **Journal of Nematology** **20**: 22–24.

Saleh AM, Selim Sal, Jaouni S, and Abdelgawad H (2018) CO₂ enrichment can enhance the nutritional and health benefits of parsley (*Petroselinum crispum* L.) and dill (*Anethum graveolens* L.). **Food Chemistry** **269**: 519-526.

Santos AV and Gomes CB (2011) Reação de cultivares de mamona a *Meloidogyne* spp. e efeito dos exsudatos radiculares sobre *Meloidogyne enterolobii* e *M. graminicola*. **Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado (ALICE)**.

Slusarenko AJ, Patel A and Portz D (2008) Control of plant diseases by natural products: Allicin from garlic as a case study. **European Journal of Plant Pathology** **121**: 313–322.

Vovlas N, Troccoli A, Minuto A, Bruzzone C, Sasanelli N and Castillo P (2008). Pathogenicity and Host–Parasite Relationships of *Meloidogyne arenaria* in Sweet Basil. **Plant Disease** **92**: 1329-1335.