



## Hospedabilidade de plantas ornamentais e medicinais ao nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*) raça 2

### *Hospitability of ornamental and medicinal plants to root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) race 2*

Francisco José Carvalho Moreira<sup>1\*</sup>; Carmem Dolores Gonzaga Santos<sup>2</sup>; Gilson Soares da Silva<sup>3</sup>; Renato Innecco<sup>4</sup>

**Resumo:** Em razão do aumento na produção de plantas ornamentais e medicinais no estado do Ceará, da importância agrícola do gênero *Meloidogyne* e da escassez de dados sobre a hospedabilidade desse patógeno nessas espécies, objetivou-se avaliar a susceptibilidade de 30 espécies, sendo 20 ornamentais (*Antirrhinum majus*), (*Gazania ringens*), (*Carthamus tinctorius*), (*Bryophyllum cayicinum*), (*Cesalpinia pulcherrima*), (*Thumbergia alata*), (*Petunia hibryda*), (*Exacum affine*) (*Catharanthus roseus*), (*Opuntia* sp.), (*Sansevieria trifasciata*), (*Asparagus densiflorus*), (*Hibiscus mutabilis-roseus*), (*Impatiens balsamiana*), (*Celosia spicata*), (*Antirrhinum* sp.), (*Dianthus chinensis*), (*Zinnia elegans*), (*Tagetes patula*), (*Capsicum annuum*) e 10 medicinais (*Peumus boldus*), (*Ocimum gratissimum*), (*Mentha arvensis*), (*Mentha x Vilosa*), (*Plectranthus amboinicus*), (*Ocimum basilicum*), (*Rosmarinus officinalis*), (*Cymbopogon citratus*), (*Lippia alba*), (*Cymbopogon winterianus*). Realizou-se o ensaio em casa de vegetação, do Setor de Fitossanidade, Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará. A inoculação foi realizada com 4.000 ovos/J2 por vaso. A avaliação das plantas deu-se aos 60 dias após a inoculação. Avaliou-se a reação das plantas, mensurando-se: número de galhas e de ovos, índice de massa de ovos, fator de reprodução e redução do fator de reprodução. A partir dos resultados, classificou-se a reação das plantas ao nematoide por meio de cinco critérios. Verificou-se que das plantas ornamentais apenas a espécie *T. patula* não apresentou galhas em suas raízes e das medicinais, as espécies *M. vilosa*, *L. Alba*, *C. citratus*, *C. winterianus* e *P. boldus* também não apresentaram galhas. Assim, conclui-se que as plantas ornamentais são potenciais introdutoras de nematoide das galhas em áreas idêneas e que as medicinais, podem ser utilizadas em programas de rotação de culturas em função da pouca susceptibilidade ao nematoide das galhas.

**Palavras-chave:** Plantas hospedeiras; Controle cultural; Reação a nematoides; Meloidoginose.

**Abstract:** The correct identification of species and genus of nematodes that affect a particular culture is of great importance to form a quantity of information that will be useful to laboratories for diagnosis and control of these pathogens. Because of the increase in the production of ornamental and medicinal plants in the of Cear. á State, the agricultural importance of the genus *Meloidogyne* and the scarcity of information on the hospitability this pathogen in these species, in that it was to evaluate the susceptibility testing of 30 species, and 20 ornamental (*Antirrhinum majus*, *Gazania ringens*, *Carthamus tinctorius*, *Bryophyllum cayicinum*, *Cesalpinia pulcherrima*, *Thumbergia alata*, *Petunia hibryda*, *Exacum affine*, *Catharanthus roseus*, *Opuntia* sp., *Sansevieria trifasciata*, *Asparagus densiflorus*, *Hibiscus mutabilis-roseus*, *Impatiens balsamiana*, *Celosia spicata*, *Antirrhinum* sp., *Dianthus chinensis*, *Zinnia elegans*, *Tagetes patula*, *Capsicum annuum*) and 10 medicinal (*Peumus boldus*, *Ocimum gratissimum*, *Mentha arvensis* var. *piperascens*, *Mentha x Vilosa*, *Plectranthus amboinicus*, *Ocimum basilicum*, *Rosmarinus officinalis*, *Cymbopogon citratus*, *Lippia alba*, *Cymbopogon winterianus*). The test was conducted in a greenhouse, of the Phytosanitary Sector, Department of Plant Science, Federal University of Ceará. The inoculation was conducted with 4,000 eggs/J2 for pot. Evaluation of the plants gave to 60 days after inoculation. Evaluated is the reaction of the plants, measuring up: number of galls and eggs, egg mass index, reproduction factor and reduce the reproduction factor. From these variables it was classified the reaction of plants to the nematode by means of five criterions. Of ownership of the results, it was verified that of the ornamental plants only species *T. patula* didn't presented galls in your root system. Concerning medicinal species *M. vilosa*, *C. citrates*, *L. alba*, *C. winterianus* and *P. boldus* showed no galls in their root systems. Thus, concluded that the ornamental plants can contribute to the introduction of the knot nematode in areas on a presence, except *T. patula*. Concerning medical, it was observed behavior distinct, with five species non-host and the other medium capable, few galls, or females isolated from their roots.

**Keywords:** Cultural control; host plants; nematode's reaction; Meloidoginose.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 21/05/2017; aprovado em 30/09/2017

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Doutorando em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia/Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Laboratório de Fitossanidade e Sementes, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus de Sobral, 62.042-030, Sobral, CE, Brasil. E-mail: [franze.moreira@ifce.edu.br](mailto:franze.moreira@ifce.edu.br)

<sup>2</sup>Eng<sup>a</sup>. Agrônoma. D.Sc. profa. Associada III do Dep. de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. [carmelo@ufc.br](mailto:carmelo@ufc.br);

<sup>3</sup>Eng<sup>o</sup>. Agrônomo. D.Sc. prof. Adjunto do Dep. de Fitotecnia e Fitossanidade Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão. [gilson\\_soares@uol.com.br](mailto:gilson_soares@uol.com.br);

<sup>4</sup>Eng<sup>o</sup>. Agrônomo. D.Sc. prof. Adjunto IV do Dep. de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. [innecco@ufc.br](mailto:innecco@ufc.br)



## INTRODUÇÃO

O mercado de plantas ornamentais em seus vários segmentos tem crescido bastante nos últimos anos no Nordeste, e, sobretudo, no Estado do Ceará (SABADIA et al., 2006). Por outro lado, o uso de plantas medicinais pela população brasileira e mundial tem, aumentando cerca de 30%, inclusive por indicação médica. Os fatores que mais têm contribuído para esse aumento são de cunho econômico e social. A produção de fitoterápicos e a entrada de óleos essenciais das plantas medicinais na pauta de exportações do Ceará têm proporcionado o aumento do interesse pelo cultivo de espécies medicinais no estado (MATOS, 2002). Como parte integrante desse sistema, a produção de plantas ornamentais e medicinais tem auferido significativas conquistas, tanto de espaços como de mercado, e também em nível local, nacional e internacional.

Estes dois ramos do agronegócio são atividades que estão em ascensão no Brasil, notadamente no Nordeste (Alagoas, Ceará e Pernambuco), destacando-se como atividade geradora de renda, fixadora de mão-de-obra no campo e adequada como cultura alternativa para pequenos produtores rurais, pois são cultivadas em áreas pequenas (LINS; COELHO, 2004).

As plantas ornamentais e medicinais são comercializadas com substrato, ou seja, em vasos ou em sacos de polietileno para posterior plantio em jardins. Em vista disso, estas plantas são potenciais meios de introdução e disseminação de fitopatógenos em áreas livres ou de baixa incidência de doenças.

Vários são os problemas fitossanitários associados ao solo que acometem as plantas ornamentais e medicinais. Por permanecerem, na maioria das vezes, em ambientes com alta densidade de plantas e por serem produzidas em substratos não submetidos a um tratamento para eliminação de patógenos de solo, como, os fungos *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., os nematoides como *Meloidogyne* spp., *Pratylenchulus* spp. e bactérias como *Ralstonia* spp., entre outras (COSTA et al., 2005; OLIVEIRA ; KUBO, 2006). A ocorrência desses agentes pode resultar em sérios prejuízos, e dependendo do tipo e intensidade, pode constituir-se em fator limitante para as plantas ornamentais e medicinais.

Os nematoides parasitas de plantas, por sua vez, perfazem aproximadamente 15% das espécies descritas (4.100) dentro do filo Nematoda. Como as formas de vida livre, os fitonematoides são ainda relativamente pouco conhecidos do homem, apesar dos enormes prejuízos que podem causar à Agricultura. Isso levou vários especialistas em nematologia agrícola a denominar "os inimigos invisíveis das plantas" (FERRAZ ; BROWN, 2016).

Os nematoides, de uma maneira geral, representam o maior número de indivíduos no solo, ocupando posição principal na cadeia alimentar, participando de processos ecológicos fundamentais, como a decomposição e ciclagem de nutrientes no solo (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS et al., 2004).

No Brasil, os nematoides formadores de galhas, são considerados os principais responsáveis por perdas expressivas nas culturas, principalmente em regiões com predominância de elevadas temperaturas, fator que favorece a manifestação do parasitismo por esses nematoides, em razão do maior número de ciclos reprodutivos (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; PEDROSA et al., 2000; SANTOS et al.,

2002; FREITAS et al., 2004; MOREIRA ; FERREIRA, 2015; FERRAZ ; BROWN, 2016).

Outro fator que agrava as infestações por nematoides, trata-se de plantios sucessivos com espécies ou variedades susceptíveis, pois elevam os níveis populacionais dos nematoides fitoparasitas, especialmente, os nematoides das galhas. O problema aumenta, quando, na tentativa de minimizar o prejuízo e controlar o nematoide, o agricultor tem gastos adicionais com fertilizantes, defensivos agrícolas e outras práticas de manejo (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS et al., 2004; FERRAZ ; BROWN, 2016).

O conhecimento das espécies e da variabilidade inter e intraespecífica são fatores basilares para manejar adequadamente as infestações causadas por esses fitopatógenos. No 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 e até períodos de pousio. Ainda, segundo Eisenback et al., (1981), a resistência desenvolvida em uma cultivar não é necessariamente efetiva contra todas as espécies e raças fisiológicas do nematoide.

A identificação e caracterização de fontes de resistências é aspecto importante quando se estuda a reação de determinadas espécies vegetais ou variedades quanto à infecção por nematoides (COSTA et al., 2001). Então, por meio do conhecimento dessas possíveis fontes de resistência a médio e longo prazo, estas poderão ser utilizadas em cruzamentos interespecíficos e retro-cruzamentos sucessivos a fim de selecionar materiais para resistência a nematoides e outros caracteres de interesse agrônomicos. Vale salientar que os resultados são de extrema importância, principalmente, para estas espécies aqui estudadas, pois muitas dessas, notadamente as medicinais, ainda não passaram por um rigoroso programa de melhoramento (MOURA, 1997; PEDROSA et al., 2000; CHARCHAR ; MOITA, 2005).

Os nematoides que infestam raízes de plantas ornamentais e medicinais incluem *Meloidogyne* spp., *Pratylenchulus* spp., *Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis*, *Aphelenchoides* spp., dentre outros (OLIVEIRA, 2006). Havendo, contudo, um predomínio do gênero *Meloidogyne* (34,38%) (Maciel ; Ferraz, 1996; Costa et al., 2001), sendo que o grau de danos depende da susceptibilidade da espécie/variedade, das condições ambientais, da presença de outros patógenos e da densidade populacional desses patógenos (TIHOHOD, 1993).

Tem-se demonstrado que certas populações de uma mesma espécie de *Meloidogyne* spp. podem variar quanto à hospedabilidade em diferentes plantas hospedeiras. Em vista disso, essas populações têm sido referidas como raças fisiológicas ou biótipos, sendo estes aspectos de extrema importância no manejo fitossanitário (COSTA et al., 2001).

Em razão do aumento expressivo na produção de plantas ornamentais e medicinais no estado do Ceará, da importância agrícola do gênero *Meloidogyne* e da escassez de informações sobre a hospedabilidade desse patógeno nessas espécies vegetais (Ponte, 1977; Manso et al., 1994; Tenente et al., 2002), objetivou-se avaliar o comportamento de 20 espécies de plantas ornamentais e 10 espécies medicinais quanto à reação ao nematoide das galhas, *Meloidogyne incognita* raça 2.

## MATERIAL E MÉTODOS

Estes ensaios foram realizados em casa de vegetação do Setor de Fitossanidade, do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE. A temperatura da casa de vegetação foi monitorada durante o ensaio, com termômetro e apresentaram valores médios de  $31 \pm 5$  °C, com picos de 36 °C entre as 12:00 e 14:00 horas.

O solo para esse ensaio foi peneirado em malha de arame com crivo de 4,0 mm e esterilizado em autoclave vertical por duas horas a 127 °C e 1,5 atm.

O solo foi tamizado em malha de 2,0 mm e analisado quimicamente, apresentando as seguintes características: pH=6,9; CE=0,66 dS m<sup>-1</sup>; Matéria Orgânica=4,6%; Ca<sup>2+</sup>=7,3; Mg<sup>2+</sup>=2,4; K<sup>+</sup>=0,46; Na<sup>+</sup>=0,26; Al<sup>-3</sup>=0,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e P=111,8 mg dm<sup>-3</sup>; T=11,9 cmol<sub>c</sub> Kg<sup>-1</sup>, V=88,3% e PST=2,0. De acordo com os resultados apresentados na análise do solo, o substrato utilizado foi classificado como areia. Quanto à fertilidade, observou-se que para todos os atributos analisados se mostraram com valores satisfatórios e não limitantes para desenvolvimento das plantas estudadas (Aquino et al., 1993), dando-se destaque para a quantidade de matéria orgânica (5,0%). Vale salientar, contudo, que se trata de um substrato composto de uma mistura de solo e esterco de gado curtido, preparado na proporção 3:1 (v/v).

As mudas utilizadas nesses ensaios foram, em parte (13 das 20 espécies ornamentais e 4 das 10 espécies medicinais), adquiridas junto ao viveiro de plantas ornamentais *Exotic Paisagismo*<sup>®</sup>, as quais foram produzidas em vasos plásticos, tendo como substrato um composto estéril de casca de arroz carbonizada. Enquanto as demais espécies utilizadas no ensaio foram produzidas no próprio Setor de Fitossanidade, também em solo estéril, por meio de estaquia.

Todas as mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade para 2,0 Kg, contendo o substrato *supra* citado. Depois de todas as mudas terem sido transplantadas, foi realizada uma irrigação até alcançar a capacidade de campo, com o intuito de minimizar o estresse do transplantio e favorecer a pega das mesmas.

As 20 espécies de plantas ornamentais utilizadas neste ensaio foram: alfinete (*Asparagus densiflorus* L.); amarelinha (*Thumbergia alata* L.); balsamina (*Impatiens balsamina* L.); boa-noite (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don); boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.); borboleta (*Antirrhinum* ssp.); cartamus (*Carthamus tinctorius* L.); cravina (*Dianthus chinensis* L.); celósia (*Celosia spicata* L.); courama (*Bryophyllum cayicinum* L.); exacum (*Exacum affine* Balf. F.); ganzânia (*Gazania ringens* L.); Lança-de-São-Jorge (*Sansevieria trifasciata* Laurentii); mini-flamboyant (*Cesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.); palma (*Opuntia* sp.); papoula (*Hibiscus mutabilis-roseus* L.); petúnia (*Petunia hibryda* Vilm.), pimenta ornamental (*Capsicum annuum* L.); tagetes (*Tagetes patula* L.); zinia (*Zinnia elegans* L.).

As 10 espécies de plantas medicinais utilizadas neste ensaio foram: alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.); alfavaca (*Ocimum basilicum* L.); alfavaca cravo (*Ocimum gratissimum* L.); boldo-do-Chile (*Peumus boldus* Molina); capim citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt); capim santo (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.); erva cidreira (*Lippia alba* L.); hortelã (*Mentha x Vilosa* Huds.), malva santa (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.), e menta

(*Mentha arvensis* L. var. *piperascens* Malinv. ex L. H. Bailey).

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* Mill) cv. Santa Clara, suscetível ao patógeno, foi empregado como controle da qualidade do inóculo utilizado no ensaio. As mudas do tomateiro foram produzidas em bandejas de isopor de 200 células, contendo substrato estéril. O transplantio das mudas seguiram as mesmas normas já mencionadas.

A partir de uma população monoespecífica, ou seja, obtida de uma única massa de ovos, identificou-se a espécie do nematoide como *M. incognita*, com auxílio de microscópio estereoscópio observando-se as características da configuração perineal, conforme Hartman; Sasser (1985), apresentado por Tihohod, (1993); Freitas et al., (2004). O padrão de esterese, com técnica desenvolvida conforme Carneiro e Almeida (2001) foi também empregada, confirmando a identificação exata e segura do fitopatógeno.

Para identificação da raça, realizou-se o teste de hospedeiro diferencial (HARTMAN; SASSER, 1985) inoculando-se o algodão (*Gossypium hirsutum* L.) 'Deltapine 16' e o fumo (*Nicotiana tabacum* L.) 'NC 95', constatando-se que somente as plantas de fumo apresentaram galhas em suas raízes, indicando que a espécie de *M. incognita* pertencia, portanto, à raça 2.

A população desse nematoide foi então, continuamente multiplicada em tomateiro cv. Santa Clara, em casa de vegetação. Os ovos e juvenis de segundo estágio (J2) foram obtidos de suas raízes infestadas, as quais ao serem retiradas do solo foram, cuidadosamente, lavadas, acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao Laboratório de Fitopatologia. As raízes foram trituradas em liquidificador com água por 15 segundos com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) (0,5%), seguindo a técnica de Hussey e Barker (1973), exposto Tihohod (1993). Em seguida, para facilitar a visualização e contagem dos ovos e J2, a suspensão obtida foi submetida ao método de Flotação e Centrifugação proposto por Jenkins (1964), Tihohod (1993), adicionando-se caolim nos tubos da centrífuga proporção de 1:10 (v/v), conforme (COOLEN; D'HERDE, 1972).

A contagem do número de ovos e J2 da suspensão foram realizadas em câmara de Peters com auxílio de microscópio estereoscópico. Fizeram-se várias extrações de ovos e J2 e quando se conseguiu atingir a quantidade do inóculo desejada, estes foram mantidos em água destilada até o início dos ensaios (duas a três horas depois), em temperatura ambiente.

A inoculação dos ovos/juvenis J2 no solo foi realizada 24 horas após o transplantio das mudas com um volume de suspensão de forma a se distribuir 4.000 ovos/J2 por planta. A suspensão foi vertida em três orifícios a um centímetro de profundidade, feitos com um lápis a uma distância de 2,0 cm do colo de cada planta.

A avaliação final do ensaio deu-se aos 60 dias após a inoculação, quando se procedeu ao cuidadoso arranquio (para não perder raízes) das mudas de cada vaso e, em seguida, lavagem dos sistemas radiculares. Em seguida, as plantas foram levadas ao Laboratório de Fitopatologia para a verificação da presença de nematoides, através da mensuração do número de galhas (NG), número de ovos (NO), índice de massa de ovos (IMO), fator de reprodução (FR) e redução do fator de reprodução (RFR). Para a extração dos ovos para cálculo do número de ovos (NO),

empregou-se uma quantidade de 10 g de raízes de cada espécie, realizando-se oito repetições para cada espécie.

Avaliou-se a hospedabilidade das espécies vegetais ornamentais e medicinais através de cinco critérios classificatórios de distintos ajuizamentos. Assim, trabalhou-se com critérios de Dropkin ; Nelson (1960); Seinhorst (1967); Taylor & Sasser (1978) modificado por Hadisoeganda ; Sasser (1982); Sasser et al., (1984) e Moura ; Regis (1987).

Dropkin ; Nelson (1960) adotaram a classificação de plantas em relação à meloidoginose, em função da reprodução do nematoide e do desenvolvimento da hospedeira. Ainda que muito utilizado até os dias de hoje, mesmo sendo este sistema é bastante subjetivo, em razão disso, tem sofrido modificações conceituais. A avaliação deu-se conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação da reação à meloidoginose, em função do desenvolvimento da hospedeira da reprodução do nematoide. (DROPKIN; NELSON, 1960).

Desen. do Nematoide	Desenvolvimento da hospedeira		
	Bom		Ruim
	Bom	Tolerante (T)	Suscetível (S)
	Ruim	Resistente (R)	Intolerante (I)

Fonte: Moura (1997).

Os critérios estabelecidos por Seinhorst (1967) preconiza o fator de reprodução que é o quociente entre as densidades final e inicial de ovos para cada tratamento ( $FR = Pf/Pi$ ), onde: FR = fator de reprodução; Pf = população final do nematoide; e Pi = população inicial do nematoide (quantidade de inóculo empregada na inoculação).

Segundo este critério classificam-se as plantas em: FR = 0, planta não hospedeira (NH); FR = 1,0, planta boa hospedeira (BH) e FR < 1,0, planta má hospedeira (MH).

Para Taylor e Sasser (1978), modificado por Hadisoeganda e Sasser (1982), os critérios utilizados para se verificar o comportamento das espécies vegetais quanto à reação ao nematoide é realizada por meio da susceptibilidade e reprodução, tendo como variante o fator de reprodução (FR). Assim, o número de galhas (NG) e massas de ovos são obtidos de acordo com a escala de notas, enquanto o índice de massas de ovos (IMO) é considerado como parâmetro auxiliar para indicar a reação sintomatológica da planta. Este critério é fundamentalmente parasitológico, muito embora considere a presença de galhas, que na visão dos autores, é uma reação não essencial à sua reprodução. Taylor e Sasser (1978) quiseram, por meio desse critério, padronizar internacionalmente as avaliações de comportamentos relativos ao *Meloidogyne* spp. A avaliação fundamenta-se, nos números de massas de ovos e de galhas observadas nas raízes, sendo estes dois fatores relacionados com um índice numérico que varia de 0 a 5. Hadisoeganda e Sasser (1982), partindo desse índice numérico (escala) definido por Taylor e Sasser (1978), elaboraram um índice de massas de ovos (IMO), correlacionado com a escala de Taylor e Sasser (1978), a partir do qual classificaram conceitualmente, e não apenas numericamente, o comportamento das espécies vegetais quanto à reação ao *Meloidogyne*. Nesse critério a nota 5,0 da escala do Taylor e Sasser (1978) não tem uma correspondência por já ser 4,0 a nota máxima atribuída à susceptibilidade da planta por Hadisoeganda e Sasser (1982). Os resultados dessa classificação são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Classificação das plantas quanto ao número de galhas e, ou massas de ovos (Taylor e Sasser (1978), modificado por Hadisoeganda e Sasser (1982)).

Número de massas de ovos ou de galhas	Índice numérico (Taylor ; Sasser)	Índice de massas de ovos (IMO)	Classificação das plantas
0	0	0,0 - 1,0	Altamente resistente (AR)
1-2	1	1,1 - 3,0	Muito resistente (MR)
3-10	2	3,1 - 3,5	Moderadamente resistente (MOR)
11-30	3	3,6 - 4,0	Ligeiramente resistente (LR)
31-100	4	4,1 - 5,0	Suscetível (S)
> 100	5	-	-

Fonte: Moura (1997) e Hadisoeganda e Sasser (1982).

Apesar das críticas recebidas, esse sistema modificado tem sido muito utilizado pelos pesquisadores, uma vez que a susceptibilidade é sempre medida pelo número de massas de ovos e nunca pelo número de galhas, o qual indica apenas um aspecto sintomatológico (MOURA, 1997).

Nos critérios recomendados por Sasser et al., (1984) as plantas são simplesmente consideradas susceptíveis (S) se o número de galhas for superior a dez, ou resistentes (R), se esse valor for inferior a dez.

Moura e Regis (1987) apresentaram um novo critério para avaliação de genótipos, os quais consideraram os aspectos parasitológicos e reprodutivos, ou seja, além de o patógeno parasitar e formar galhas deve reproduzir-se. Por esse sistema, há necessidade de se estabelecer uma espécie e, ou cultivar padrão de susceptibilidade, sendo os demais genótipos avaliados comparativamente. Para tanto, os autores utilizam como critério para avaliar a reação de

espécies e/ou cultivares ao nematoide, a redução no fator de reprodução (RFR), a qual foi mensurada pela equação 1.

$$RFR = (Frp - Frt) / Frp \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que: Frp = fator de reprodução na espécie utilizada como padrão de susceptibilidade; Frt = fator de reprodução no tratamento avaliado.

O fator de reprodução (FR), tanto para o padrão como para a espécie vegetal avaliada, foi obtido por meio da equação 2.

$$FR = Pf - Pi \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que: Pf = população final do nematoide e Pi = população inicial do nematoide. A classificação do comportamento das espécies vegetais, segundo Moura e Regis (1987), recebe designação de imune a suscetível, conforme sua RFR. Esse critério encontra-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Classificação do comportamento das espécies vegetais quanto à redução no fator de reprodução (RFR) (Moura ; Regis, 1987).

RFR	Classificação das plantas	Designação
100,0	Imune	I
96 - 99,0	Altamente resistente	AR
76 - 95,0	Moderadamente resistente	MR
51,0 - 75,0	Pouco resistente	PR
0,0 - 50,0	Suscetível	S

Fonte: Moura (1997). Obs.: considerou-se padrão de susceptibilidade o tomateiro cv. Santa Clara.

Os critérios mais utilizados atualmente têm por base a classificação adotada por Taylor e Sasser (1978), modificados por Hadisoeganda e Sasser (1982) e por Moura e Regis (1987), conforme (MACIAL; FERRAZ, 1996; MOURA, 1997; CHARCHAR, 2001; SANTOS et al., 2002; CHARCHAR; MOITA, 2005; RIBEIRO et al., 2005).

O ensaio foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo considerados tratamentos as 30 espécies de plantas avaliadas, com 12 repetições de cada espécie vegetal a serem inoculadas e seis repetições de cada espécie vegetal que permaneceram em solo estéril (testemunhas), totalizando 18 vasos/mudas por espécie. O tomateiro foi utilizado como indicador da qualidade do inóculo também em 12 repetições, ficando outras 12 mudas em solo estéril (testemunha).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 20 espécies ornamentais testadas, metade delas (*A. densiflorus*, *C. roseus*, *A. majus*, *Antirrhinum* ssp., *C. tinctorius*, *B. cayicinum*, *E. affine*, *G. ringens*, *S. trifasciata*, *C. pulcherrima*) não há registro no Brasil, de serem hospedeiras de nematoides do gênero *Meloidogyne* (PONTE, 1977; MANSO et al., 1994; TENENTE et al., 2002).

**Tabela 4.** Reação de 20 espécies ornamentais e 10 espécies medicinais à hospedabilidade de nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*) raça 2.

Família	Nome científico	Nome comum	Reação ao nematoide*
		Plantas ornamentais	
Acanthaceae	<i>Thumbergia alata</i>	Amarelinha	+
Amaranthaceae	<i>Celosia spicata</i>	Celósia	+
Apocynaceae	<i>Catharanthus roseus</i>	Boa-noite	+
Asteraceae	<i>Carthamus tinctorius</i>	Cartamus	+
Asteraceae	<i>Gazania ringens</i>	Ganzânia	+
Asteraceae	<i>Tagetes patula</i>	Tagetes	-
Asteraceae	<i>Zinnia elegans</i>	Zinia	+
Balsaminaceae	<i>Impatiens balsamiana</i>	Balsamina	+
Cactaceae	<i>Opuntia</i> sp.	Palma	+
Caryophyllaceae	<i>Dianthus chinensis</i>	Cravina	+
Crasulaceae	<i>Bryophyllum cayicinum</i>	Courama	+
Dracaenaceae	<i>Sansevieria trifasciata</i>	Lança-de-São-Jorge	+
Fabaceae	<i>Ceasalpinia pulcherrima</i>	Mini-flamboyant	+
Gentianaceae	<i>Exacum affine</i>	Exacum	+
Liliaceae	<i>Asparagus densiflorus</i>	Alfinete	+
Malvaceae	<i>Hibiscus mutabilis</i>	Papoula	+
Scrophulariaceae	<i>Antirrhinum majus</i>	Boca-de-Leão	+
Scrophulariaceae	<i>Antirrhinum</i> sp.	Borboleta	+
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i>	Pimenta ornamental	+
Solanaceae	<i>Petunia hibryda</i>	Petúnia	+

Para as outras 10 espécies, cinco delas (*C. spicata*, *I. balsamina*, *Z. elegans*, *T. patula*, *H. mutabilis-roseus*), já foram mencionadas como hospedeiras de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*, sendo conhecida a raça fisiológica de *M. incognita*, apenas em balsamina e tagetes, ambas hospedeiras da raça 1, e em zínia, hospedeira da raça 3. Em petúnia, somente foi relatado o parasitismo por *M. petuniae*. Para as demais espécies empregadas no ensaio (*D. chinensis*, *T. alata*, *Opuntia* sp. e *C. annuum*), os relatos de parasitismo por nematoide das galhas são apenas em nível de gênero (*Meloidogyne* spp.) (PONTE, 1977; MANSO et al., 1994; TENENTE et al., 2002).

Baseado nos mesmos levantamentos bibliográficos supracitados das 10 espécies medicinais testadas, apenas para três (alfavaca cravo, cidreira e menta) há registro de serem hospedeiras de nematoides das galhas. A alfavaca cravo é hospedeira de *M. incognita* e *M. javanica*, a cidreira de *M. incognita* e a menta de *M. javanica* (PONTE, 1977; MANSO et al., 1994; TENENTE et al., 2002). Contudo, para estas três espécies medicinais não estão caracterizadas as respectivas raças fisiológicas.

Os dados relativos à reação das 20 espécies ornamentais e 10 espécies medicinais estudadas encontram-se na Tabela 4.

Constatou-se que de todas as ornamentais testadas, apenas a tagetes não foi infectada pelo nematoide (Tabela 4). Essa espécie é citada como antagonista para uso em manejo de solo infestado com *Meloidogyne*. A ação supressiva sobre fitonemátodes é atribuída à presença de compostos nematocidas'  $\alpha$ -terthienile 5-(3-buten-1-inil)-2,2'-bithienyl. A planta atua como armadilha, ou seja, o nematoide penetra, mas não consegue completar seu ciclo de parasitismo (FERRAZ; VALLE, 2001), afetando negativamente a população deste fitopatógeno em que Moreira ; Ferreira, (2015), verificaram redução de 88% da população de *M. enterolobii* com a incorporação da fitomassa *T. patula* ao solo.

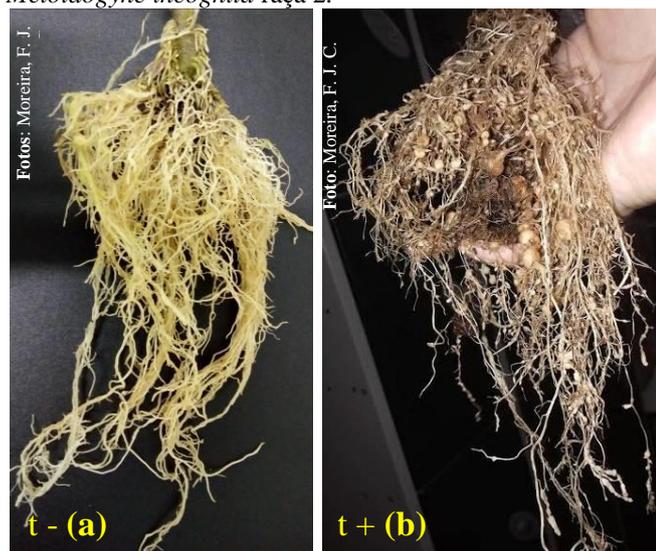
		Plantas medicinais	
Asteraceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Alecrim	+
Labiataeae	<i>Mentha x vilosa</i>	Hortelã japonesa	-
Labiataeae	<i>Mentha arvensis var. piperascens</i>	Menta	+
Labiataeae	<i>Ocimum gratissimum</i>	Alfavaca cravo	+
Labiataeae	<i>Ocimum basilicum</i>	Manjeriço	+
Labiataeae	<i>Plectranthus amboinicus</i>	Malva santa	+
Monimiaceae	<i>Peumus boldus</i>	Boldo-do-Chile	-
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i>	Capim santo	-
Poaceae	<i>Cymbopogon wintwrianus</i>	Capim citronela	-
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i>	Cidreira	-
		Controles	
Solanaceae **	<i>Solanum lycopersicon</i>	Tomate	+
Solanaceae ***	<i>Solanum lycopersicon</i>	Tomate	-

\*Inoculação com 4.000 ovos/J2/planta; (-) ausência de galhas e/ou fêmeas; (+) presença de galhas e/ou fêmeas; \*\* cultivada em solo estéril, inoculada com 4.000 ovos/J2; \*\*\* cultivada em solo estéril, sem inoculação.

Com relação às plantas medicinais, verificou-se que cinco das espécies não foram hospedeiras do nematoide (*Mentha x Vilosa*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon winterianus*, *Lippia alba* e *Peumus boldus*). Destas, a cidreira, conforme comentado, é a única relatada como hospedeira desta espécie, mas, provavelmente, pelas raças 1, 3 ou 4.

O tomateiro comportou-se de forma já esperada; para a testemunha negativa (cultivada em solo estéril) não verificou-se a presença de galhas (Figura 1a), enquanto o inoculado apresentou numerosas e abundantes galhas no sistema radicular (Figura 1b), revelando a qualidade do inóculo.

**Figura 1.** (a) sistema radicular de tomate cultivado em solo estéril; (b) cultivado com a inoculação de 4.000 ovos/J2 de *Meloidogyne incognita* raça 2.



Fonte: Autores (2017)

Partindo do pressuposto de que o ciclo de parasitismo do nematoide *M. incognita* inicia-se com a penetração de juvenis de segundo estágio (J2) nas raízes das plantas e estende-se até a oviposição, e que o ciclo varia de 25 a 28 dias, em temperatura média de 28 °C (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993), é possível supor que nos ensaios conduzidos com temperatura de 31±5 °C, nas plantas hospedeiras ocorreram pelo menos dois ciclos reprodutivos do nematoide. Assim, o

tempo do ensaio de 60 dias, foi suficiente para permitir a análise segura dos resultados de infecção pelo nematoide, o que possibilitou a classificação do parasitismo, conforme se verificaram nas demais espécies vegetais.

Os dados referentes às variáveis: número de galhas (NG), número de ovos (NO), índice de massas de ovos (IMO), fator de reprodução (FR), redução do fator de reprodução (RFR) e o tipo de reação quanto a hospedabilidade a *M. incognita* raça 2, em 20 espécies ornamentais, por meio de cinco critérios distintos, estão expostos na Tabela 5.

As plantas ornamentais *S. trifasciata*, *D. chinensis*, *T. patula* e *Z. elegans* apresentaram número de galhas igual ou inferior a 10 (Tabela 5).

Analisando os resultados baseados nos critérios de Sasser et al., (1984) e Moura (1997), (coluna C<sup>1</sup>), onde se observa apenas o número de galhas por sistema radicular, verifica-se que das 20 espécies ornamentais estudadas, apenas quatro foram consideradas resistentes (R), ou seja, com número de galhas inferior a 10, *S. trifasciata*, *D. chinensis*, *T. patula* e *Z. elegans*.

Acredita-se que, de fato este não seja um critério muito adequado para se avaliar a susceptibilidade de uma espécie ou cultivar, pois muitas vezes se verificou um número de galhas superior a dez, portanto classificadas como suscetíveis e o desenvolvimento da planta não foi afetado. A limitação desse método já foi anteriormente mencionada por (MOURA, 1997).

Sob o critério de Seinhorst (1967), de acordo com Moura (1997), (coluna C<sup>2</sup>), que classifica as plantas conforme o fator de reprodução em más, boas e não hospedeiras, verifica-se que há uma maior abrangência de possibilidades para se enquadrar o comportamento das espécies quanto à reação aos nematoides (Tabela 5).

Assim, por esse critério, percebe-se que das 20 espécies estudadas 13 são enquadradas como más hospedeiras (amarelinha, boa-noite, cartamus, gazânia, zínia, balsamina, palma, cravina, courama, mini-flamboyant, alfinete, boca-de-leão e pimenta ornamental). Esse critério discorda do anterior, o qual classifica amarelinha, boa-noite, cartamus, gazânia, balsamina, palma, courama, mini-flamboyant, alfinete, boca-de-leão e pimenta ornamental como suscetíveis.

**Tabela 5.** Valores médios do número de galhas (NG), número de ovos (NO), índice de massa de ovos (IMO), fator de reprodução (FR), redução do fator de reprodução (RFR) e comportamento de 20 espécies ornamentais em relação à *Meloidogyne incognita* raça 2, por cinco diferentes critérios.

Espécies estudadas	Variáveis e comportamento									
	NG	C <sup>1</sup>	NO	IMO	FR	RFR	C <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	C <sup>4</sup>	C <sup>5</sup>
<i>Amarelinha</i>	28	S	965	3	0,2	95,0	MH	T	MR	MR
<i>Celosia</i>	202	S	7.064	5	1,8	63,2	BH	T	PR	S
<i>Boa-noite</i>	51	S	1.782	4	0,4	90,7	MH	R	MR	LR
<i>Carthamus</i>	30	S	1.038	3	0,3	94,6	MH	S	MR	MR
<i>Gazania</i>	33	S	1.193	3	0,3	94,0	MH	R	MR	MR
<i>Tagetes</i>	0	R	0,0	0	0,0	100	NH	R	I	AR
<i>Zínia</i>	9	R	312	2	0,1	98,4	MH	R	AR	MR
<i>Balsamiana</i>	107	S	3.751	5	0,9	80,5	MH	S	MR	S
<i>Palma</i>	32	S	1.132	4	0,3	94,1	MH	T	MR	LR
<i>Cravina</i>	10	R	333	2	0,1	98,3	MH	R	AR	MR
<i>Courama</i>	34	S	977	4	0,2	94,9	MH	R	MR	LR
<i>Lança-de-São-Jorge</i>	2	R	64	1	0,0	99,7	NH	R	AR	AR
<i>Mini-flamboyant</i>	29	S	1.027	3	0,3	94,7	MH	R	MR	MR
<i>Exacum</i>	675	S	23.608	5	5,9	0,0	BH	S	S	S
<i>Alfinete</i>	34	S	1.173	4	0,3	93,9	MH	T	AR	LR
<i>Papoula</i>	147	S	5.139	5	1,3	73,2	BH	R	PR	S
<i>Boca-de-leão</i>	34	S	1.155	4	0,3	93,8	MH	S	MR	LR
<i>Borboleta</i>	300	S	10.503	5	2,6	45,3	BH	T	S	S
<i>Pimenta ornamental</i>	84	S	2.946	4	0,1	84,7	MH	R	MR	LR
<i>Petúnia</i>	662	S	23.176	5	5,8	0,0	BH	T	S	S
Tomate cv. Santa Clara										
<i>Tomate</i>	636	S	22.243	5	5,6	0,0	BH	S	S	S

C<sup>1</sup> = Comportamento segundo Sasser et al. (1984), sendo R = resistente; S = suscetível. C<sup>2</sup> = Comportamento segundo Seinhorst (1967), sendo NH = não hospedeira; MH = má hospedeira; BH = boa hospedeira. C<sup>3</sup> = Comportamento segundo Dropkin e Nelson (1960), sendo R = resistente; S = suscetível; T = tolerante; I = intolerante. C<sup>4</sup> = Comportamento segundo Moura (1997), sendo I = imune; AR = altamente resistente; MR = moderadamente resistente; PR = pouco resistente; S = suscetível. C<sup>5</sup> = Taylor e Sasser (1978) modificado por Hadisoeganda e Sasser (1982), sendo AR = altamente resistente; MR = muito resistente; LR = levemente resistente; Lr = ligeiramente resistente e S = susceptível.

Segundo os critérios de Dropkin e Nelson (1960), na coluna C<sup>3</sup>, em que é analisado tanto o desenvolvimento da hospedeira como o desenvolvimento do nematoide, observa-se que das 20 espécies ornamentais estudadas, seis se enquadram como tolerantes (palma, petúnia, borboleta, amarelinha, alfinete e celósia), 10 como resistentes (boa-noite, lança-de-São-Jorge, cravina, papoula, pimenta ornamental, tagetes, zínia, mini-flamboyant, courama e gazânia). As quatro espécies exacum, balsamina, cartamus e boca-de-leão foram classificadas como suscetíveis, não havendo casos, supostamente, de intolerância. Essas quatro espécies suscetíveis foram fortemente afetadas pela infecção com *M. incognita*, observando-se o desenvolvimento reduzido de todas as plantas, havendo inclusive, morte de algumas delas. A

balsamina, inclusive, tinha o seu sistema radicular em decomposição, dificultando a contagem das galhas.

Houve dificuldade em conceituar o comportamento das espécies em relação ao nematoide, em vista da subjetividade desse critério, principalmente sobre o desenvolvimento da planta. Apesar do número de galhas serem semelhante nas raízes de cartamus, gazânia e boca-de-leão (30, 33 e 34 galhas), respectivamente, o crescimento de cartamus e boca-de-leão foi bastante afetado, enquanto que as plantas de gazânia apresentavam vigoroso desenvolvimento, que a levaram à classificação como planta resistente. O mesmo se observa na papoula, que apesar de apresentar número de galhas nas raízes elevado (147), teve seu crescimento similar às plantas não inoculadas.

Na coluna C<sup>4</sup>, Tabela 5, com relação ao critério de Moura e Regis (1987), são ampliadas as possibilidades de avaliação da resistência ao nematoide das galhas, pois há

cinco categorias. Estes autores avaliam a reação das plantas com base no fator de reprodução (FR) e na redução do fator de reprodução (RFR) e consideram estes critérios mais seguros e rigorosos. Adotando sua classificação, verificou-se que apenas quatro espécies ornamentais foram elencadas como altamente resistente (AR) (alfinete, cravina, lança-de-São-Jorge e zínia) por apresentarem FR<1,0 e RFR maior que 96%. Não houve nenhuma que se enquadrasse como resistente (R). As moderadamente resistentes (MR) foram boa-noite, palma, amarelinha, balsamina, pimenta ornamental, mini-flamboyant, courama, cartamus, gazânia e boca-de-leão, as pouco resistentes (PR) celósia e papoula, e as suscetíveis (S) exacum, petúnia e borboleta. Segundo esse critério, somente o tagetes apresentou-se imune (I), corroborando com dados da literatura.

Pelos critérios de Taylor e Sasser (1978), modificados por Hadisoeganda e Sasser (1982) na coluna C<sup>5</sup>, Tabela 5, onde são avaliados os índices de massas de ovos (IMO), que também apresenta uma faixa mais ampla de critérios, verificou-se que apenas duas espécies, tagetes e lança-de-São-Jorge, encerram a categoria de altamente resistentes (AR), e seis como muito resistentes (MR) (amarelinha, cartamus, gazânia, zínia, cravina e mini-flamboyant). Observou-se ainda, para esse critério, que seis das plantas ornamentais se enquadram como levemente resistentes (LR) (boa-noite, palma, courama, alfinete, boca-de-leão e pimenta ornamental) e seis como susceptíveis (S) (celósia, balsamina, exacum, papoula, borboleta e petúnia).

Considerando-se as variáveis: número de ovos (NO), índice de massas de ovos (IMO) e fator de reprodução (FR), adotados tanto por Moura e Regis (1987) quanto por Taylor e Sasser (1978), este modificado por Hadisoeganda e Sasser

(1982), pode-se observar que a classificação das espécies quanto à reação ao nematoide ocorreu de forma mais fidedigna, representado melhor os resultados observados (Tabela 5).

Os critérios desses autores corroboram com o fato de que a simples presença de galhas não é fator determinante para susceptibilidade das espécies vegetais ao nematoide das galhas, pois em muitos casos o nematoide parasito induz a formação de galhas, mas não é capaz de se reproduzir ou o faz limitadamente. Segundo Moura (1997), a presença de galhas indica um aspecto sintomatológico e não deve ser empregado como parâmetro avaliativo de plantas resistentes, pois há casos em que plantas resistentes formam galhas e susceptíveis que não as apresentam. Deste modo, os critérios que avaliam a reprodução são os mais importantes, pois consideram a multiplicação que dá continuidade ao seu ciclo de parasitismo. Isso torna a variável número de galhas (NG) inadequada para avaliar a suscetibilidade da planta, pois podem não refletir a reprodução do nematoide (MOURA, 1997).

As cinco metodologias empregadas neste trabalho para caracterizar a reação das 20 espécies ornamentais apresentam critérios distintos, não sendo possível extrair conclusões taxativas, pois em todos os critérios utilizados há lacunas nas quais não se conseguem enquadrar todos os resultados observados.

Assim, por exemplo, a espécie alfinete teve o comportamento variando de susceptível (S) (Sasser et al., 1984), má hospedeira (MH) segundo Seinhorst (1967), tolerante (T) para (Dropkin e Nelson, 1960), altamente resistente (AR) segundo Moura e Regis (1987) a muito resistente (MR) pelos critérios de Taylor e Sasser (1978) modificados por Hadisoeganda e Sasser (1982).

A espécie celósia merece um comentário adicional, pois, mesmo apresentando um número elevado de galhas (202), de ovos (7.064), fator de reprodução (1,3), os quais a enquadraram, de acordo com os critérios avaliativos, em susceptível (SASSER et al., 1984), boa hospedeira (SEINHORST, 1967), pouco resistente (MOURA; REGIS, 1987) e susceptível (TAYLOR; SASSER, 1978), apresentou crescimento semelhante às plantas não inoculadas, fato este, que a classificou em tolerante pelos critérios de Dropkin e

Nelson (1960), os quais avaliam o desenvolvimento da planta e do nematoide

Da análise desses resultados, pode-se inferir que, em geral, dentre as plantas ornamentais há grandes variações no comportamento e na multiplicação do nematoide das galhas. Porém, a maioria das espécies ornamentais estudadas (Tabela 5), conforme os critérios mais empregados atualmente apresentaram alguma resistência ao patógeno, havendo pelo menos 11 espécies classificadas entre muito resistentes a altamente resistentes. Contudo, ainda que o fator de reprodução seja inferior a 0,5, considera-se que essas espécies são potenciais meios de introdução e disseminação deste fitopatógeno em áreas indenidas.

Na Tabela 6, estão expostos os dados referentes às variáveis número de galhas (NG), número de ovos (NO), índice de massa de ovos (IMO), fator de reprodução (FR) e redução do fator de reprodução (RFR) e o tipo de reação quanto a hospedabilidade de *M. incognita* raça 2, em 10 espécies medicinais, por meio de cinco critérios distintos.

De maneira geral, a reação das espécies medicinais foi em maior nível de resistência que as plantas ornamentais. Acredita-se, que isso se deva ao fato dessas espécies serem mais rústicas que as ornamentais e também por apresentarem uma grande quantidade de compostos do metabolismo secundário, sendo na maior parte dos casos, responsáveis pela inibição da herbivoria e resistência a pragas e doenças.

De acordo com os critérios de Sasser et al., (1984) (coluna C<sup>1</sup>), na Tabela 6, percebeu-se que das 10 espécies medicinais em estudo, cinco foram consideradas resistentes (*Mentha x Vilosa*, *C. citratus*, *C. winterianus*, *L. alba* e *P. boldus*) e cinco susceptíveis (*M. arvensis* L. var. *piperascens*, *R. officinalis*, *P. amboinicus*, *O. basilicum* e *O. gratissimum*). Este critério é muito restritivo, e isso, conforme já discutido, limita sua utilização na classificação de plantas quanto ao parasitismo de nematoides.

Utilizando-se dos critérios de Seinhorst (1967) (coluna C<sup>2</sup>), da Tabela 6, verificou-se que cinco espécies medicinais testadas são más hospedeiras do nematoide das galhas (menta, alecrim, malva santa, alfavaca e alfavaca cravo) e cinco foram não hospedeiras (hortelã, capim santo, capim citronela, cidreira e boldo-do-Chile).

**Tabela 6.** Valores médios do número de galhas (NG), número de ovos (NO), índice de massa de ovos (IMO), fator de reprodução (FR), redução do fator de reprodução (RFR) e comportamento de 10 espécies medicinais em relação à *Meloidogyne incognita* raça 2 por cinco diferentes critérios.

Espécies	Variáveis e comportamento									
	NG	C <sup>1</sup>	NO	IMO	FR	RFR	C <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	C <sup>4</sup>	C <sup>5</sup>
<i>Alecrim</i>	23	S	817	3	0,2	95,7	MH	T	AR	MR
<i>Hortelã</i>	0	R	0,0	0	0,0	100	NH	R	I	AR
<i>Menta</i>	78	S	227	1	0,7	85,7	MH	R	MR	AR
<i>Alfavaca</i>	27	S	134	1	0,2	95,0	MH	R	MR	AR
<i>Alfavaca cravo</i>	28	S	125	1	0,2	95,1	MH	R	AR	AR
<i>Malva Santa</i>	87	S	3.057	3	0,8	84,1	MH	T	MR	MR
<i>Boldo-do-Chile</i>	0	R	0,0	0	0,0	100	NH	R	I	AR
<i>Capim santo</i>	0	R	0,0	0	0,0	100	NH	R	I	AR
<i>Capim citronela</i>	0	R	0,0	0	0,0	100	NH	R	I	AR
<i>Cidreira</i>	0	R	0,0	0	0,0	100	NH	R	I	AR
Tomate cv. Santa Clara										
<i>Tomateiro</i>	636	S	22.243	44,5	5,6	0,0	BH	S	S	S

C<sup>1</sup> = Comportamento segundo Sasser et al. (1984), sendo R = resistente; S = susceptível. C<sup>2</sup> = Comportamento segundo Seinhorst (1967), sendo NH = não hospedeira; MH = má hospedeira; BH = boa hospedeira. C<sup>3</sup> = Comportamento segundo Dropkin e Nelson (1960), sendo R = resistente; S = susceptível; T = tolerante; I = intolerante. C<sup>4</sup> = Comportamento segundo Moura (1997), sendo I = imune; AR = altamente resistente; MR = moderadamente resistente; PR = pouco resistente; S = susceptível. C<sup>5</sup> = Taylor e Sasser (1978) modificado por Hadisoeganda ;Sasser (1982), sendo AR = altamente resistente; MR = muito resistente; MOR = moderadamente resistente; LR = ligeiramente resistente e S = susceptível.

Diante dos dois critérios de avaliação acima considerados, observou-se que as mesmas cinco espécies medicinais foram plantas resistentes para Sasser et al., (1984) e não hospedeiras para o Seinhorst (1967), assim como as outras cinco foram suscetíveis para Sasser et al., (1984) e más hospedeiras pelos critérios de Seinhorst (1967), o que mais uma vez, ressalta a subjetividade dos autores.

Na Tabela 6, coluna C<sup>3</sup>, segundo os critérios de Dropkin e Nelson (1960), das 10 espécies medicinais estudadas, oito se enquadram como resistentes (hortelã, menta, capim santo, capim citronela, cidreira, boldo-do-Chile, alfavaca e alfavaca cravo) e duas como tolerantes (alecrim, malva santa), tendo em vista o desenvolvimento das plantas frente à multiplicação do nematoide.

Dentre as oito resistentes, segundo Dropkin e Nelson (1960), cinco estão classificadas também como resistentes pelo critério de Sasser et al., (1984), a saber hortelã, capim santo, capim citronela, cidreira e boldo-do-Chile. As outras três, menta, alfavaca e alfavaca cravo foram excluídas da resistência de Sasser et al., (1984), em razão de terem o NG de 78, 27 e 28, respectivamente, portanto, superior a 10, o número máximo aceito para por este critério, por este autor.

Os critérios de Moura e Regis (1987) conforme Moura (1997), apresentados na coluna C<sup>4</sup>, Tabela 6, ampliam as possibilidades de avaliação da resistência das espécies medicinais ao nematoide. Assim, têm-se cinco espécies imunes ao nematoide das galhas (hortelã, boldo-do-Chile, capim santo, capim citronela e cidreira), três espécies enquadradas em moderadamente resistentes (alfavaca, menta e malva santa) e duas como altamente resistentes (alecrim e menta), uma vez que os fatores de reprodução de todas as espécies foi inferior a 1,0 e a redução do fator de reprodução foi superior a 76%.

Segundo os critérios de Taylor e Sasser (1978) modificado por Hadisoeganda e Sasser (1982), na coluna C<sup>5</sup>, Tabela 6, que apresenta uma faixa mais dilatada de critérios, verificou-se que oito das espécies em estudo foram consideradas altamente resistentes (hortelã, boldo-do-Chile, capim santo, capim citronela, cidreira, alfavaca, alfavaca cravo e menta) e duas muito resistentes (alecrim e malva santa). O índice de massa de ovos, que para os autores varia de 0 a 4, foi de no máximo 3, sendo de 0,0 para hortelã, capim santo, capim citronela, cidreira e boldo-do-Chile, 1,0 para menta, alfavaca e alfavaca cravo e de 3,0 para alecrim e malva santa. O conceito de imune, que poderia ser atribuída às espécies com o IMO igual a 0,0, por não terem galhas, fêmeas e massa de ovos, não existe na classificação desses autores.

Vale salientar que as galhas presentes nas raízes de alfavaca e alfavaca cravo de IMO igual a 1,0, do alecrim de IMO igual a 3,0, apresentavam tamanho reduzido, variando de 2 a 3 mm, contendo cada galha uma fêmea, porém com massas de ovos presentes. De todas as espécies medicinais somente a malva santa desenvolveu maior número de galhas (87) as quais eram mais pronunciadas em seu sistema radicular, e se concentraram próximo ao colo das plantas. As galhas continham várias fêmeas com massas de ovos. As raízes secundárias da malva santa estavam bem desenvolvidas e sem galhas, o que, provavelmente contribuiu para as plantas não terem o seu crescimento afetado.

Um comportamento diferente foi observado em todas as plantas de menta, de IMO igual a 1,0, as quais apresentavam

um aspecto aparentemente sadio de seus densos sistemas radiculares, pela inexistência de galhas. Entretanto, nas observações com auxílio de microscópio estereoscópio, realizadas para todas as espécies, constatou-se a existência de pequenas fêmeas isoladas (média de 78), algumas apresentando massas de ovos. Com isso, verificou-se que ocorreu penetração de alguns juvenis, no entanto, o desenvolvimento dos mesmos foi restrito a alguns pontos das raízes, não comprometendo o crescimento das plantas, fato este que levou a classificação da menta como muito resistente (MR) por Moura e Regis (1987) e altamente resistente (AR) pelo Hadisoeganda e Sasser (1982). Enfatiza-se, como isso, que a observação de raízes a olho nu não deve ser adotada em estudos investigativos de hospedabilidade de plantas ao *Meloidogyne*.

Deschamps et al., (2006) estudando nematoides associados à cultura de *Mentha* sp. no estado do Pará, verificaram resultados semelhantes aos observados neste trabalho, com número médio de fêmeas variando de zero a 48 em 10 g de raiz.

Maciel e Ferraz (1996), estudando a reprodução de *M. incognita* raça 2, em oito espécies medicinais inoculadas com 5.000 ovos observou que as variáveis número de galhas, índice de massa de ovos e fator de reprodução apresentaram valores numéricos bastante semelhantes para as espécies malva santa e courama, esta última avaliada nesse trabalho com as ornamentais.

Freire et al. (2003), avaliaram o efeito dos óleos de três espécies de *Ocimum* na eclosão e mortalidade de J2 e verificaram zero de eclosão e 100% de mortalidade. Salienta-se, em função deste resultado, que esta espécie tenha alguma ação nematocida, o que provavelmente dificultou a infestação e sobrevivência desses fitopatógenos nas plantas.

A baixa reprodução dos nematoides nas espécies medicinais deva-se à presença de substâncias bioativas existentes nos exsudados radiculares destas espécies Simões et al., (2003), tais substâncias apresentam na sua constituição, compostos como o cineol, citral, geraniol e linalol, os quais possuem efeitos bactericida, inseticida e antisséptico já comprovados e que poderiam desfavorecer a penetração e/ ou o parasitismo do nematoide.

Todas as espécies medicinais estudadas (Tabela 6), conforme os critérios mais empregados atualmente apresentaram resistência ou imunidade ao patógeno, havendo, contudo, algumas espécies como a *M. arvensis* L. var. *piperascens*, *R. officinalis* e *P. amboinicus*, que poderiam de fato, introduzir nematoide por meio de suas mudas, colaborando com a disseminação do mesmo em áreas sem a presença do patógeno.

A grande variação no número de galhas observadas nas plantas ornamentais e medicinais estudadas neste trabalho pode estar relacionada com a expressão de compatibilidade ou de incompatibilidade existente entre planta e nematoide. Nesse sentido, Hussey (1985) afirma que as secreções das glândulas esofagianas dos nematoides endoparasitos estão intimamente relacionadas com a suscetibilidade das plantas, pois a partir dessas secreções, modificações celulares são induzidas e mantidas como sítio específico de alimentação do nematoide. Contudo, o limitado desenvolvimento do nematoide no interior das raízes de algumas espécies pode ser explicado por algum tipo de mecanismo de defesa

apresentada pelas plantas em razão da ação parasítica do nematoide (DAYKIN: HUSSEY, 1985).

As plantas de tomateiro cv. Santa Clara, empregadas como controle do inóculo em todos os ensaios com plantas ornamentais e medicinais desenvolveram numerosas galhas contendo muitas fêmeas e massas de ovos, confirmando a boa qualidade do inóculo e da viabilidade do emprego desta cultivar como multiplicadora e testemunha em experimentos.

O fato da maioria das espécies de plantas ornamentais e medicinais apresentarem assintomáticas à infecção pelo nematoide das galhas acaba dificultando ainda mais a aplicação de medidas que visem à detecção desses patógenos em vasos e/ou em sacos plásticos com estas plantas.

As avaliações e respectivas classificações realizadas com as 30 espécies vegetais, contudo, permitiu identificar plantas ornamentais e medicinais suscetíveis, que podem introduzir o *M. incognita* raça 2, em novas áreas.

Por outro lado, esse estudo possibilitou também conhecer as plantas resistentes ao patógeno e as não hospedeiras, que podem ser sugeridas para cultivo em jardins, cultivo consorciado, ou em rotação de cultura com espécies hortícolas em áreas conhecidamente infestadas com *M. incognita* raça 2, uma das raças mais comuns no país, tendo como vantagem para o produtor a possibilidade de venda desse produto. Além disso, a maioria destas espécies, por serem silvestres, apresentam rusticidade no manejo, não onerando os custos para o produtor e, o mais importante, promovendo a redução do nível populacional do nematoide no solo cultivado.

## CONCLUSÕES

As espécies tagetes, hortelã, capim santo, capim citronela, cidreira e boldo-do-Chile comportaram-se com não-hospedeiras de *M. incognita* raça 2;

Excetuando-se malva santa, em todas as plantas medicinais e nas plantas ornamentais lança-de-São-Jorge, cravina, pimenta ornamental e zínia houve redução na reprodução do nematoide;

A reprodução do nematoide foi extremamente elevada em exacum, petúnia, borboleta, celósia e papoula, contudo, estas plantas apresentavam-se bastante vigorosas;

As não hospedeiras tagetes, hortelã, capim santo, capim citronela, cidreira e boldo-do-Chile podem ser recomendadas na rotação de culturas em pequenas áreas infestadas com o *M. incognita* raça 2;

Houve variações expressivas nas taxas reprodutivas de *M. incognita* raça 2, para as ornamentais e medicinais, sendo menos acentuadas nas medicinais.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior - CAPES pela concessão de Bolsa<sup>2</sup> de estudos.

## REFERÊNCIAS

CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas em nematoides das galhas para identificação de espécies. *Nematologia Brasileira*. v. 25, p.35-44. 2001.

CHARCHAR, J. M. Métodos simplificados em Nematologia. Brasília: Embrapa Hortaliças, 12p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 23). 2001.

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Metodologia para seleção de hortaliças com resistência a nematoides: alface/*Meloidogyne* spp. Brasília: Embrapa Hortaliças, 8p. (Embrapa Hortaliças. comunicado técnico, 27). 2005.

COSTA, M. J. N.; OLIVEIRA, S.; COELHO, S. J.; V. P. CAMPOS. Nematoides em plantas ornamentais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 25, p.1127-1132. 2001.

DAYKIN, M. E.; HUSSEY, H. S. Staining and histopathological techniques in nematology. In: Barker, K.R., Carter, C.C. & Sasser, J.N. (Eds.) An advanced treatise on *Meloidogyne*: methodology. Raleigh. North Carolina State University Graphics. pp.39-48. 1985.

DESCHAMPS, C.; MACEDA, A.; MACHADO, M. P.; ZANATA, J. L. Nematoides associados a culturas de *Mentha* sp. no estado do Pará. *Nematologia Brasileira*. v. 30, p.303-306. 2006.

DROPKIN, H.V.; NELSON, P. E. The histopathology of root-knot nematode infections in soybeans. *Phytopathology* 50:442- 447. 1960.

FERRAZ, S.; VALLE, L. A. C. Controle de fitonematoides por plantas antagonicas. Viçosa: UFV, 73p. (Cadernos didáticos, 7). 2001.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. Nematologia de plantas: fundamentos e importância. L.C.C.B. Ferraz e D.J.F. Brown (Orgs.). Manaus: NORMA EDITORA, 251p. 2016.

FREIRE, A. R.; ANDRADE-NETO, M.; SILVA, M. G. V.; MATOS, F. J. A. Avaliação de *Ocimum gratissimum* L., *Ocimum micrathum* Willd. e *Ocimum teuiflorum* L. como fitonematicida. In: II Simpósio brasileiro de óleos essenciais. Resumos... Campinas. 107p. 2003.

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. Introdução à Nematologia. 1ª ed. (2ª reimpressão) Viçosa - MG: Editora UFV, v. 1. 84p. (Cadernos Didáticos - 58). 2004.

HADISOEGANDA, W. W.; SASSER, J. N. Resistence of tomato, bean, southern pea and garden pea cultivars to root-knot nematodes based on host suitability. *Plant Disease*. v. 66, p.145-149. 1982.

LINS, S. R. O.; COELHO, R. S. B. Ocorrência de doenças em plantas ornamentais tropicais no Estado de Pernambuco. *Fitopatologia Brasileira*. v. 29, p.332-335. 2004.

LORDELLO, L. G. E. Nematoides das plantas cultivadas. 9ª ed. São Paulo. Nobel. 356p. 1992.

MACIEL, S. S. L.; FERRAZ, L. C. C. B. Reprodução de *Meloidogyne incognita*, raça 2 e de *Meloidogyne javanica* em

- oito espécies medicinais. *Scientia Agrícola*. v. 53, p. 2-3. 1996.
- MANSO, E. C.; VILARDI TENENTE, R. C.; FERRAZ, L. C. B.; OLIVEIRA, R. S.; MESQUITA, R. Catálogo de nematoides fitoparasitos encontrados associados a diferentes tipos de plantas no Brasil. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília. 488p. 1994.
- MATOS, F. J. A. Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. 4. ed. Fortaleza: Editora UFC, 267p. 2002.
- MOREIRA, F. J. C.; FERREIRA, A. C. S. Controle alternativo de nematoide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*) com cravo de defunto (*Tagetes patula* L.), incorporado ao solo. *Revista Holos*. v.31, n.1, p. 99-110. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2015.1600>
- MOURA, R. M. O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. In: Revisão Anual de Proteção de Plantas. v.5, p.281-315. 1997.
- MOURA, R. M.; REGIS, E. M. O. Reações de feijoeiro comum *Phaseolus vulgaris* em ralação ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* (Nematoda: Heteroderidae). *Nematologia Brasileira*, v. 10, p. 215-225. 1987.
- OLIVEIRA, C. M. G. Nematoides parasitos de plantas ornamentais no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, Lavras, v. 31, p.117-118. 2006.
- PEDROSA, E. M. R. MOURA, R. M.; SILVA, E. G. Respostas de genótipos de *Phaseolus vulgaris* à meloidoginose e alguns mecanismos envolvidos na reação. *Fitopatologia Brasileira*, v. 25, p.190-196. 2000.
- PONTE, J. J. Nematoides das galhas: espécies ocorrentes no Brasil e seus hospedeiros. *Boletim Cearense de Agronomia*. v. 18, p.1-99. 1977.
- SABADIA, F. R. B.; ARAÚJO, J. P. P.; OLIVEIRA, F. Z.; BARCELLOS, C. V. A experiência de agropolos no Ceará: impactos no agronegócio e da agricultura irrigada. Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará. 94p. 2006.
- SASSER, J. N.; C. C. CARTER; K. M. HARTMAN. Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes. NCSU Graphics, Raleigh, NC, USA, 1984. 7p.
- SEINHORST, J. W. The relationships between population increase and population density in plant parasitic nematodes. I. Definitions of the terms host, host status and resistance. 4. The influence of external conditions on the regulation of population density. *Nematologica*, v. 13, p. 429-450. 1967.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. DE; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5º ed. Porto Alegre, UFRGS. Florianópolis, UFSC. 1104p. 2003.
- TENENTE, R.C.V.; GONZAGA, V.; MELO, L.A.M.P.; MUNHOZ TENENTE, S.M. Bibliografia brasileira de nematóides. v.2. Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, 400 p. 2002. (Documento 76).
- TIHOHOD, D. *Nematologia Agrícola Aplicada*. Jaboticabal: FUNEP, 372p. 1993.
- VILARDI TENENTE, R. C.; GONZAGA, S.; MELO, L. A. M. P.; MUNHOZ TENENTE. Bibliografia brasileira de nematoides. Brasília. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. v. 2, 400p. (Documentos, 76). 2002.