

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA - SETOR DE FITOSSANIDADE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

FRANCISCO JOSÉ CARVALHO MOREIRA

**HOSPEDABILIDADE DE PLANTAS ORNAMENTAIS E MEDICINAIS A
Meloidogyne incognita (Kofoid & White, 1919) Chitwood (1949) E CONTROLE
ALTERNATIVO COM ÓLEOS ESSENCIAIS**

**FORTALEZA-CE
2007**

HOSPEDABILIDADE DE PLANTAS ORNAMENTAIS E MEDICINAIS A
***Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood (1949) E CONTROLE**
ALTERNATIVO COM ÓLEOS ESSENCIAIS

FRANCISCO JOSÉ CARVALHO MOREIRA

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

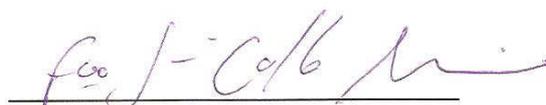
Orientadora: Profa. Carmem Dolores Gonzaga Santos, Dra.

FORTALEZA-CE
2007

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Agronomia/Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia, desta Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita em conformidade com as normas da ética científica.

Dissertação aprovada em 28 de setembro de 2007.



Francisco José Carvalho Moreira



Profa. Carmem Dolores Gonzaga Santos, Dra. (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará



Prof. Gilson Soares da Silva, Dr.
(Universidade Estadual do Maranhão – Conselheiro)



Prof. Renato Innecco, Dr.
(Universidade Federal do Ceará – Conselheiro)

Aos meus avós
Maria Geralda Carvalho (*In memoriam*) e
Francisco Sales Carvalho
DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado força nesta árdua caminhada e que a cada momento me proporciona novos motivos para agradecê-lo.

A Universidade Federal do Ceará por me conceder a oportunidade de concluir mais uma etapa da minha formação acadêmica.

A Coordenadoria de Apoio ao Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa estudo, fator preponderante, para realização do curso.

À minha esposa Adriana Carvalho, pelo carinho, amor, dedicação e paciência para comigo, pois muitas vezes abdicamos do lazer para construirmos, juntos, este sonho, sendo um porto seguro nesta difícil jornada.

A professora Dra. Carmem Dolores Gonzaga Santos que, com conhecimento, experiência e paciência, me orientou, transmitiu os ensinamentos e construímos uma grande amizade, nessa caminhada laboriosa.

Ao professor Dr. Gilson Soares da Silva pelas sugestões apresentadas à Dissertação no sentido de sempre melhorar o trabalho realizado.

Ao professor Dr. Renato Innecco pelas sugestões oferecidas para a realização desta pesquisa e por ceder os óleos essenciais estudados, além de suas contribuições para a melhoria deste trabalho. Obrigado também pelas orientações e convivência.

A todos que fazem o Laboratório de Análise de Sementes, da UFC, no qual iniciei e aprendi as peculiaridades da pesquisa científica, em especial ao professor Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra, que contribuiu de forma decisiva para minha aptidão à pesquisa científica. E também aos professores Sebastião Medeiros Filho, Valéria Momenté, Arlene Pessoa, Elizita Teófilo, João Batista Santiago, Salete Rafael.

Ao Departamento de Ciências do Solo, em nome do professor Fernando Felipe Herreyra, pela realização de análise física e de fertilidade no substrato.

Ao Engenheiro Agrônomo, Dr. Dagoberto Sandres e a Bióloga, Simone Aparecida, da ADAGRI-CE, pelo auxílio na condução do teste para identificação, por eletroforese, da espécie de nematóide em estudo.

Ao Laboratório de Análise de Sementes, em nome do professor Sebastião Medeiros Filho, em especial aos amigos Fred Denílson e Fábio Oliveira, que me auxiliaram na realização das medições e pesagens do material vegetal estudado.

Ao professor Dr. Ervino Bléicher, Coordenador do Curso de Pós-Graduação, por sua capacidade de estar sempre disposto a ajudar e contribuir para melhorar o curso.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia pelos ensinamentos transmitidos.

Ao secretário da Pós-Graduação Deocleciano Xavier por está sempre disposto a auxiliar e contribuir para solucionar os problemas burocráticos do dia-dia.

As estudantes de Agronomia do setor de Fitopatologia/Nematologia, Aurigeli de Moraes, Kelma Duarte, Maria Paula, Natália de Oliveira, Camila Viana, Ana Kelly, pelos trabalhos realizados e bons momentos vividos.

Aos amigos do curso de Pós-Graduação Conceição Beserra, Fred Denilson, Francisco Elivan, Francisco Sadi, Fábio Costa, Francisco Herbert, Jefte Ferreira, Lígia Machado, Aiala Amorim, Isabel Peixoto, João Gutemberg e Ciro Pinto pelos momentos de estudo e convivência agradável.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para que este sonho fosse realizado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	13
RESUMO	14
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO GERAL	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1. Os nematóides	19
2.2. Os nematóides na agricultura.....	20
2.3. O gênero <i>Meloidogyne</i>	22
2.4. A espécie <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White, 1919) Chitwood (1949).....	24
2.5. Ciclo de vida.....	25
2.6. Importância dos nematóides das galhas para as espécies ornamentais e medicinais.....	26
2.7. Controle de fitonematóides.....	28
2.8. Agricultura orgânica.....	34
2.9. Os óleos essenciais.....	35
2.10. Efeito dos óleos essenciais no controle de nematóides.....	36
2.11. Características gerais dos óleos essenciais.....	36
2.12. Referências bibliográficas.....	41
3. CAPÍTULO I: Hospedabilidade de plantas ornamentais e medicinais a <i>Meloidogyne incognita</i> raça 2	50
Resumo.....	51
Abstract.....	52
3.1. Introdução.....	53
3.2. Material e Métodos.....	56
3.2.1. Local e período de realização do ensaio.....	56
3.2.2. Substrato empregado nesse ensaio.....	56
3.2.3. Obtenção das mudas e plantio.....	57
3.2.4. Espécies vegetais utilizadas neste ensaio.....	57
3.2.4. a. Plantas ornamentais.....	57

3.2.4.	b. Plantas medicinais.....	60
3.2.5.	Obtenção do inóculo (ovos e juvenis de segundo estágio) de <i>Meloidogyne incognita</i> raça 2.....	61
3.2.6.	Realização da inoculação dos ovos/J2.....	63
3.2.7.	Avaliação final e variáveis analisadas.....	63
3.2.8.	Avaliação da população de nematóide remanescente no solo.....	67
3.2.9.	Delineamento experimental.....	67
3.3.	Resultados e Discussão.....	68
3.4.	Conclusões.....	83
3.5.	Referências Bibliográficas.....	84
4.	CAPÍTULO II: Eclosão e mortalidade de juvenis de segundo estágio de <i>Meloidogyne incognita</i> raça 2 em óleos essenciais.....	87
	Resumo.....	88
	Abstract.....	89
4.1	Introdução.....	90
4.2.	Material e Métodos.....	93
4.2.1.	Local e período de realização do ensaio.....	93
4.2.2.	Obtenção do inóculo de <i>M. incognita</i> raça 2.....	93
4.2.3.	Obtenção e preparo das concentrações dos óleos essenciais.....	93
4.2.4.	Avaliação da eclosão de J2 de <i>M. incognita</i> nos óleos essenciais.....	94
4.2.5.	Avaliação da mortalidade de J2 de <i>M. incognita</i> raça 2 nos óleos essenciais.....	95
4.2.6.	Delineamento experimental.....	95
4.3.	Resultados e Discussão.....	97
4.4.	Conclusões.....	106
4.5.	Referências Bibliográficas.....	107
5.	CAPÍTULO III: Potencial nematicida dos óleos essenciais de <i>Cymbopogon winterianus</i> e <i>Lippia sidoides</i> em <i>Meloidogyne incognita</i> raça 2, em solo.....	111
	Resumo.....	112
	Abstract.....	113
5.1.	Introdução.....	114
5.2.	Material e Métodos.....	117
5.2.1.	Local e período de realização do ensaio.....	117
5.2.2.	Substrato empregado neste ensaio.....	117
5.2.3.	Obtenção e plantio das mudas.....	117
5.2.4.	Obtenção do inóculo <i>Meloidogyne incognita</i> raça 2 e inoculação.....	118
5.2.5.	Obtenção e aplicação dos óleos essenciais.....	118
5.2.6.	Variáveis analisadas.....	119

5.2.7.	Delineamento experimental.....	120
5.3.	Resultados e Discussão.....	121
5.4.	Conclusões.....	129
5.5.	Referências Bibliográficas.....	130
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	134
7.	ANEXOS	135

LISTA DE TABELAS

página

CAPÍTULO I

Tabela 1.	Classificação da reação à meloidoginose, em função do desenvolvimento da hospedeira da reprodução do nematóide.....	64
Tabela 2.	Classificação das plantas quanto ao número de galhas e, ou massas de ovos.....	65
Tabela 3.	Classificação do comportamento das espécies vegetais quanto à redução no fator de reprodução (RFR).....	66
Tabela 4.	Reação de espécies ornamentais e medicinais e testemunhas (tomate cv. Santa Clara) à inoculação <i>M. incognita</i> , raça 2.....	69
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 <i>Meloidogyne incognita</i> , raça 2 por meio de cinco diferentes critérios.....	71
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 <i>Meloidogyne incognita</i> , raça 2 por meio de cinco diferentes critérios.....	75
Tabela 7.	Valores médios do número de galhas (NG), número de ovos (NO), índice de massa de ovos (IMO), em mudas de tomate cv. Santa Clara após a retirada das plantas ornamentais e medicinais.....	80

CAPÍTULO II

Tabela 1.	Resumo dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância a que foram submetidos os dados de eclosão de J2 de <i>M. incognita</i> , raça 2, em função da aplicação de sete concentrações de óleos essenciais de seis espécies medicinais.....	97
Tabela 2.	Valores médios percentuais de eclosão e mortalidade de juvenis (J2) em função da aplicação de sete concentrações de óleos essenciais de seis espécies medicinais.....	98
Tabela 3.	Valores médios da área abaixo da curva de progresso da eclosão (AACPE) de juvenis (J2) em função da aplicação de sete concentrações de óleos essenciais de seis espécies medicinais ...	102

CAPÍTULO III

Tabela 1.	Dados sumarizados dos quadrados médios e coeficientes de variação a que foram submetidos os dados de número de galhas (NG), número de ovos (NO), índice de massa de ovos (IMO) fator de reprodução (FR), redução do fator de reprodução (RFR) em tomate e celósia inoculados com <i>Meloidogyne incognita</i> , raça 2, submetidos a tratamentos com óleos essenciais.....	121
Tabela 2.	Valores médios de número de galhas, número de ovos, índice de massa de ovos, fator de reprodução e redução do fator de reprodução em tomate e celósia inoculadas com <i>M. incognita</i> , raça 2, submetidos a tratamentos com óleos essenciais.....	122
Tabela 3.	Dados sumarizados dos quadrados médios e coeficientes de variação a que foram submetidos os dados de altura da planta (AP), peso fresco (PFPA) e seco da parte aérea (PSPA) e peso fresco do sistema radicular (PFSR) em tomate e celósia inoculadas com <i>M. incognita</i> , raça 2, submetidos a tratamentos com óleos essenciais.....	126
Tabela 4.	Valores médios de altura das plantas, peso fresco e seco da parte aérea e peso fresco do sistema radicular em tomate e celósia inoculadas com <i>M. incognita</i> , raça 2, submetidos a tratamentos com óleos essenciais.....	127

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

Página

Quadro 1. Análise física e de fertilidade do substrato utilizado no experimento com as plantas ornamentais e medicinais.....	56
---	----

LISTA DE FIGURAS

página

CAPITULO I

Figura 1.	Plantas ornamentais utilizadas no ensaio. Parte I – 12 espécies.....	58
Figura 2.	Plantas ornamentais utilizadas no ensaio. Parte II – oito espécies....	59
Figura 3.	Plantas medicinais utilizadas no ensaio. Parte I – seis espécies.....	60
Figura 4.	Plantas medicinais utilizadas no ensaio. Parte II – quatro espécies..	61
Figura 5.	Em A - configuração perineal característica de <i>Meloidogyne incognita</i> (Eisenback <i>et al.</i> , 1981); em B - gel de eletroforese com padrão de esterase para identificação de espécies de <i>Meloidogyne</i> . Observa-se que em todas as amostras têm-se as marcas centrais características (Mi) de <i>Meloidogyne incognita</i> , enquanto nas duas laterais estão os padrões, (Mj), de <i>M. javanica</i>	62

CAPITULO II

Figura 1.	Curvas de progresso da eclosão de juvenis (J2) de <i>M. incognita</i> , raça 2, nos óleos essenciais de alfavaca (A), alecrim pimenta (B), capim santo (C), capim citronela (D), cidreira (E) e eucalipto (F) em função de sete concentrações (0; 0,3125; 0,625; 1,25; 2,5; 5,0 e 10,0 ml.L ⁻¹).....	103
------------------	--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

UFC	Universidade Federal do Ceará
CCA	Centro de Ciências Agrárias
pH	potencial hidrogeniônico
et al.	et alli (e outros)
mg	miligrama (s)
g	grama (s)
g.pl ⁻¹	grama (s) por planta
Kg	quilograma (s)
μL	microlitro (s)
mL	mililitro (s)
L	litro (s)
mL.m ⁻³	mililitro (s) por metro cúbico
mL.L ⁻¹	mililitro (s) por litro
mm	milímetro (s)
cm	centímetro (s)
m	metro (s)
m ²	metro (s) quadrado (s)
cm ³	centímetro (s) cúbico (s)
° C	grau (s) Celsius
v/v	volume por volume
p/v	peso por volume
ppm	parte por milhão
%	percentagem
Φ	diâmetro

RESUMO

A necessidade de controlar os fitonematóides existentes em determinada região é condição básica para se proceder ao seu manejo racional. Igualmente, tem-se a necessidade de proceder a estudos de produtos naturais, pois será de grande valia como medida de controle alternativo, principalmente na agricultura orgânica. Em vista disso, este trabalho se propôs a estudar a hospedabilidade de plantas ornamentais e medicinais a *Meloidogyne incognita* raça 2 e o controle alternativo com óleos essenciais. Para tanto, realizaram-se três ensaios: no primeiro, avaliou-se a hospedabilidade de 20 espécies de plantas ornamentais e 10 medicinais a *M. incognita* raça 2; no segundo, avaliaram-se os óleos essenciais de seis espécies medicinais *Cymbopogon winterianus* Jowitt., *C. citratus* (D.C.) Strapf., *Eucalyptus terenticornis* L., *Lippia alba* L., *L. sidoides* Cham. e *Ocimum gratissimum* L., em sete concentrações (0; 0,3125; 0,0625; 1,25; 2,5; 5,0 e 10,0 ml.L⁻¹) no controle de *M. incognita* raça 2, *in vitro* e no terceiro, avaliou-se o potencial nematicida dos óleos essenciais de *L. sidoides* e *C. winterianus* no controle de *M. incognita* raça 2, em solo com as espécies celósia (*Celosia plicata* L.) e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Dos resultados, observaram-se que todas as espécies ornamentais, exceto *Tagetes patula* L., e cinco das medicinais *Rosmarinus officinalis* L., *Mentha arvensis* L. var. *piperascens* Malinv. ex L. H. Bailey, *Ocimum basilicum* L., *Ocimum gratissimum* L., *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng., são hospedeiras de *M. incognita* raça 2. Todos os óleos essenciais revelaram-se efetivos na inibição da eclosão e na mortalidade dos J2 nas concentrações de 5,0 e 10,0 ml.L⁻¹, contudo, em diluições mais elevadas (<1,25 ml.L⁻¹), apenas os óleos de *L. sidoides* e *C. winterianus* foram eficazes. A reprodução do nematóide mostrou-se menos eficiente em tomate que em celósia. Os óleos essenciais empregados reduziram a taxa reprodutiva do nematóide das galhas em 83 e 29%, em tomate e celósia, respectivamente. Os óleos essenciais de *L. sidoides* e *C. winterianus* foram mais eficientes em ensaios *in vitro*, sendo promissores para o controle do fitonematóide em solo.

Palavras-chave: Meloidoginose, plantas hospedeiras, controle, produtos naturais.

ABSTRACT

The necessity to control the plant parasitic nematodes existing in a given region is basic condition to proceed to their rational management. Also, it has been the necessity studies of natural products as it will be of great value as a measure of alternative control, especially in organic agricultural. In view of this, this work is proposed to study the hospitability of ornamental and medicinal plants to *Meloidogyne incognita* race 2 and the alternative control with essential oils. For in such a way, become three tests: the first, evaluate the hospitability of 20 species of ornamental and 10 medicinal plants to *M. Incognita* race 2; in the second, it is evaluated essential oils of six medicinal species *Cymbopogon winterianus* Jowitt., *C. citratus* (DC) Strapf., *Eucalyptus terenticornis* L., *Lippia alba* L., *L. sidoides* Cham. and *Ocimum gratissimum* L., in seven concentrations (0, 0.3125, 0.0625, 1.25, 2.5, 5.0 and 10.0 ml.L⁻¹) in control of *M. Incognita* race 2, *in vitro*; and in the third, evaluated the nematicidal potential of essential oils of *L. sidoides* and *C. Winterianus* in control of *M. Incognita* race 2 in soil with the species celosia (*Celosia plicata* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Of the results, noted that all ornamental species, except *Tagetes patula* L., and five of the medical *Rosmarinus officinalis* L., *Mentha arvensis* L. Var. *Piperascens* Malinv. Ex L. H. Bailey, *Ocimum basilicum* L., *O. gratissimum* L., *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. are hosts of *M. Incognita* race 2. All essential oils proved to be effective in inhibiting outbreak and the death of J2 at concentrations of 5.0 and 10.0 ml.L⁻¹, however, at higher dilutions (<1.25 ml.L⁻¹) only the oils of *L. sidoides* and *C. winterianus* were effective. A reproduction of the nematode proved to be less efficient in tomato that in celósia. The essential oils employees reduced the reproductive rate of the knot nematode in 83 and 29% in tomato and celósia respectively. The essential oils of *L. sidoides* and *C. winterianus* were more efficient in *in vitro* assays and are promising for the control of plant parasitic nematode in soil.

Keywords: Root-knot disease, host plants, control, natural products.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os nematóides são organismos alongados e afilados nas extremidades, representando um dos grupos de animais mais numerosos da terra. Acredita-se que haja cerca de 500 mil espécies de nematóides ocorrendo nos ambientes mais diversos, em que haja a possibilidade de vida. Ecologicamente, estes animais podem ser classificados em três grupos, de acordo com o tipo de hábito alimentar. Assim, temos os parasitos de animais, os de vida livre (que se alimentam de bactérias, fungos, algas, protozoários, minhocas microscópicas e de outros nematóides); saprófitos, tanto do solo como dos oceanos e os parasitos de plantas, conhecidos como fitonematóides, (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FERRAZ & MONTEIRO, 1995; AGRIOS, 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

Nematóides parasitos de plantas podem ser encontrados no interior de estruturas vegetais, tanto dos órgãos subterrâneos (raízes, rizomas, tubérculos e bulbos) e também na parte aérea (caules, folhas e flores). Contudo, os maiores problemas relacionados com estes fitoparasitos ocorrem no sistema radicular, onde eles podem ser encontrados no solo ou no interior da raiz, caracterizando-os como migradores e sedentários, respectivamente (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; AGRIOS, 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

Os sintomas diretos desses fitoparasitos são expressos como galhas ou tumores, as quais resultam da hiperplasia e hipertrofia dos tecidos radiculares que bloqueiam a absorção de água e de nutrientes do solo. Essas deformidades das raízes provocadas por *Meloidogyne* spp. constituem-se em fortes drenos metabólicos, espoliando fotoassimilados e utilizando-os para o seu desenvolvimento e reprodução, o que contribui para reduzir, sobremaneira, o aproveitamento dos produtos sintetizados para o desenvolvimento normal das plantas, causando a murcha de plantas nos horários mais quentes do dia (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; AGRIOS, 1997; CHARCHAR, 1999; FREITAS *et al.*, 2004).

As plantas afetadas por nematóides tornam-se mais vulneráveis ao ataque de outros fitopatógenos, ficam menos resistentes aos estresses hídricos e não respondem satisfatoriamente ao manejo de adubação (LORDELLO, 1992).

Dentre os fitonematóides, o gênero *Meloidogyne* se destaca em importância agrícola visto que causa grandes prejuízos à exploração econômica das

culturas, apresenta elevada gama de hospedeiros, na qual se incluem a maioria das espécies cultivadas (CAMPOS, 1985; MOURA, 1996).

Vários são os métodos de controle que podem ser empregados no manejo destes fitopatógenos. Cabe, portanto, ao produtor fazer a escolha daquele que melhor lhe convier, sempre analisando fatores tais como: custo/benefício, agressão, persistência e prejuízos ao ambiente e às pessoas envolvidas na aplicação dos defensivos agrícolas (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; AGRIOS, 1997).

Em virtude da toxicidade dos nematicidas de síntese ao homem, dos danos provocados ao meio ambiente, e devido ao apelo da sociedade por alimentos mais saudáveis, muitos produtos de origem natural têm sido testados no controle desses fitopatógenos, no intuito de substituí-los.

Atualmente, em decorrência da pressão exercida por parte da sociedade, tem-se direcionado, sobremaneira, as pesquisas envolvendo o controle de pragas e doenças no sentido de conseguir descobrir produtos naturais com ação antimicrobiana para fungos, bactérias, insetos e nematóides (CASTRO, 1989; SILVA, 2006). Na busca por tais produtos, tem-se dado muita atenção aos metabólitos produzidos pelas plantas, principalmente aos decorrentes do metabolismo secundário. Estes produtos, geralmente, resultam de compostos presentes em extratos brutos e/ou óleos essenciais, constituindo numa potencial forma de utilização no controle alternativo de doenças de plantas, e que, com os avanços das pesquisas, poderão se constituir em novas moléculas bioativas e biodegradáveis que sejam mais eficientes contra as pragas e doenças e com menor ou nenhuma toxicidade ao homem e ao meio ambiente.

O estudo de produtos naturais, *in vitro*, para o controle de fitopatógenos é sempre o primeiro passo para conseguir descobrir se esse produto tem potencial para utilização subsequente em estudos mais elaborados em casa de vegetação e em campo.

Conhecer a hospedabilidade de plantas de interesse agrícola aos nematóides é informação de extrema importância quando da realização de um plano de manejo para uma determinada área (COSTA *et al.*, 2001).

Em vista do exposto, neste trabalho almejou-se avaliar:

- a. A hospedabilidade de vinte espécies de plantas ornamentais e dez espécies medicinais ao nematóide das galhas (*Meloidogyne incognita*) raça 2;

- b.** O efeito *in vitro* de seis óleos essenciais na eclosão e mortalidade de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne incognita* raça 2;
- c.** O potencial nematicida de óleos essenciais que tenham resultados promissores *in vitro* em *Celosia plicata* L. e *Lycopersicon esculentum* Mill em função de duas épocas de aplicação em condições de casa de vegetação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Os nematóides

Os nematóides são vermes de corpo aproximadamente cilíndrico, geralmente, esguios e alongados, afinando-se de modo gradual ou abrupto nas extremidades anterior e posterior. Contudo, há relevantes exceções, em que as fêmeas tornam-se “obesas”, apresentando formas aberrantes, lembrando um limão, ou uma pêra, um rim ou outra conformação não peculiar ao Filo Nematoda (McGLOHON *et al.*, 1974; EISENBACK *et al.*, 1981; LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FERRAZ & MONTEIRO, 1995; AGRIOS, 1997; KIMATI *et al.*, 1997; SILVA *et al.*, 2001; FREITAS *et al.*, 2004).

Distribuição dos nematóides quanto ao habitat em que vivem está distribuído da seguinte forma: nematóides parasitos de animais (15%), nematóides marinhos (50%), nematóides de vida livre (25%) e nematóides parasito de vegetais (10%), (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2004).

Os nematóides que vivem no solo e nas águas, ditos de vida livre alimentam-se de algas, fungos, bactérias, protozoários e possuem elevada variação de tamanhos, indo de 0,4 a 5,0 mm de comprimento por 0,05 a 0,25 mm de diâmetro. Os nematóides que se especializaram em parasitar plantas variam de 0,3 a 4,0 mm de comprimento e de 0,015 a 0,050 mm de diâmetro e ocorrem, principalmente, associados às raízes destas. Os nematóides parasitas de animais, vertebrados ou invertebrados, podem medir desde 0,3 mm até cerca de 15 centímetros (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; AGRIOS, 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

Estes organismos habitam os mais variados ambientes ou ecossistemas onde exista água (Figura 1) sendo, no geral sensíveis a fortes estresses hídricos. Algumas espécies, no entanto, desenvolveram habilidade de suportar ambientes com baixa umidade por meses ou anos, como o interior de sementes mantidas armazenadas. Todos os fitonematóides passam pelo menos uma parte de sua vida no solo, inclusive aqueles que atacam a parte aérea das plantas. A maior concentração dos nematóides está em torno dos 30 primeiros centímetros, o que corresponde à faixa de solo densamente ocupada pelas raízes, principalmente as

absorventes (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; AGRIOS, 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

Os nematóides ocorrem na água salgada, na água doce, no solo, em órgãos vegetais (raízes, tubérculos, caule, folhas, sementes) e tecidos de diferentes tipos de animais.

Para a maioria dos fitonematóides, a faixa ótima de temperatura para o seu desenvolvimento vai de 15 a 30 °C; temperaturas muito baixas, entre 5 e 15 °C ou excessivamente altas, acima de 35 a 40 °C, dependendo do tempo de exposição às mesmas, podem afetá-los negativamente, causando-lhes redução na atividade metabólica, levando-os à morte (TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2004).

Outros fatores ecológicos que interferem no comportamento dos nematóides fitoparasitas são umidade do solo, composição química da solução do solo, textura, teor de matéria orgânica, microrganismos antagonistas, exsudados radiculares, pH do solo, entre outros. Os solos secos são desfavoráveis ao desenvolvimento normal desses organismos afetando sua locomoção, enquanto que os solos saturados dificultam sua sobrevivência, visto que há escassez de oxigênio; a textura do solo interfere diretamente na capacidade de infestação, pois em solos argilosos há dificuldade de movimentação enquanto nos solos arenosos essa ação é facilitada. Contudo, a interação entre esses fatores é que contribui, efetivamente, de forma positiva ou negativa para o desenvolvimento desses organismos (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2004).

2.2. Os nematóides na agricultura

Os nematóides causam perdas na produção agrícola, que variam de quase imperceptíveis até a destruição total. O grau de danos depende da susceptibilidade da cultura, das condições ambientais, como também da interação com outros fitopatógenos, principalmente fungos e bactérias e da densidade populacional desses patógenos (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2004).

Há vários gêneros, alcançando o total de algumas dezenas de espécies considerados parasitos de extrema importância para as plantas cultivadas em todo o mundo. Além dessas, muitas outras espécies são capazes de parasitar plantas, mas sem causar danos relevantes e/ou perdas significativas. Dentre os gêneros mais

importantes de nematóides fitoparasitos estão: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Heterodera*, *Radopholus*, *Rotylenchulus*, *Tylenchulus*, etc., os quais congregam espécies portadoras de um estilete bucal, característica peculiar dos nematóides fitoparasitas, o que possibilita a penetração e injeção de substâncias tóxicas no interior de células vegetais e a posterior ingestão de meio líquido nutritivo produzido por elas. Estes nematóides parasitam principalmente os órgãos subterrâneos, em especial as raízes, nas quais podem incitar o aparecimento de más formações, a exemplo de engrossamentos típicos como as galhas (gênero *Meloidogyne*) além de favorecer a entrada de outros patógenos, tais como fungos, bactérias; também pode ocorrer necrose em tubérculos, rizomas, e em frutos hipógeos, como no caso do amendoim (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; 1995; AGRIOS, 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

Os sintomas diretos causados pelos nematóides nos sistemas radiculares concorrem, com freqüência, para a manifestação subsequente de sintomas reflexos de murcha nos horários mais quentes do dia, principalmente por limitação na absorção e no transporte de água e nutrientes disponíveis no solo pela planta. Em vista disso, as plantas parasitadas por nematóides apresentam-se além de murchas, cloróticas e subdesenvolvidas (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FERRAZ & MONTEIRO, 1995; MOURA, 1996; MOURA, 1997; AGRIOS, 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

A manifestação da presença de nematóides costuma ocorrer em áreas limitadas dentro da cultura, chamadas de manchas ou reboleiras nas quais se observam plantas com desenvolvimento atrasado, de tamanho irregular, muitas vezes amareladas (cloróticas), que pouco produzem, contrastando com o restante da área (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; MOURA, 1996; FREITAS *et al.*, 2004).

As perdas agrícolas devidas aos nematóides podem variar muito, dependendo da espécie do nematóide e da cultura hospedeira envolvidas na associação, das condições de solo, principalmente umidade e areação, além do clima da região onde se localiza a área infestada, do tipo de manejo adotado pelo produtor, do valor comercial do produto agrícola, da época, etc.

Há estimativas de perdas apresentadas por especialistas para certos casos, nas quais verifica-se grandes variações, as quais vão de 10 a 45% entre frutíferas, grandes culturas e hortaliças. Verifica-se ainda que, as perdas mais acentuadas são observadas nas espécies hortícolas. Isso ocorre, possivelmente,

devido ao cultivo intensivo que é realizado nas áreas cultivadas com tais espécies, o que contribui para a manutenção da elevada população do patógeno, e, conseqüentemente, ocasionando maiores perdas (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2004).

No Brasil, as perdas acentuadas nos diferentes tipos de culturas (anuais, semi-perenes e perenes) torna, por vezes, impossível cultivar economicamente certas espécies em áreas infestadas sem que rigorosas e sistemáticas medidas de controle venham a ser implementadas. Como exemplo podem ser citados os casos de cenoura e tomate em área infestada por espécies do gênero *Meloidogyne*, de algodão em glebas infestadas com *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus brachyurus* (o nematóide das lesões radiculares), áreas com bananeiras infestadas por *Radopholus similis* (LORDELLO, 1976; 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2004).

2.3. O gênero *Meloidogyne*

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* são os de maior importância agrícola nos países tropicais, visto que causam grandes prejuízos à exploração econômica das culturas, apresentam elevada gama de hospedeiros, na qual se incluem a maioria das espécies cultivadas (CAMPOS, 1985).

O gênero *Meloidogyne* foi criado em 1887 por Emilio Goeldi, no Brasil, com o intuito de identificar um grupo de parasitos radiculares do cafeeiro, para o qual foi proposta como espécie tipo *Meloidogyne exigua*. Depois disso, o gênero passou pelo ostracismo, tendo por alguns períodos, mudado por mais de uma vez de nome. Somente a partir de 1949, após uma ampla e laboriosa revisão, empreitada por Benjamim G. Chitwood, novamente, o gênero *Meloidogyne* foi revalidado e largamente aceito (SILVA *et al.*, 2001).

A palavra *Meloidogyne* deriva do grego *melon*, que significa o fruto da cabaceira; mais o sufixo *oides* (*oid*), que significa semelhante; mais *gyne*, que é fêmea, ou seja, resultando em fêmea semelhante a uma cabaça (TIHOHOD, 1993).

O gênero *Meloidogyne* pertence à Classe Secernentea, Ordem Tylenchida, Superfamília Tylenchoideae e Família Heteroderidae. A doença causada por este patógeno é comumente referida como meloidoginose (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2004).

Um levantamento realizado, em 1975, pela Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID) revelou que as espécies predominantes do gênero em materiais vegetais provenientes de mais de 60 países foram: *M. incognita* (52% dos casos), *M. javanica* (31%), *M. hapla* (8%), *M. arenaria* (7%) e outras espécies (2%) (SASSER & CARTER, 1985). Segundo Moura (1996), das 40 espécies de *Meloidogyne* descritas na época, essas quatro espécies estavam associadas à cerca de 95% dos prejuízos causados à agricultura no mundo (1996).

Dados da década de 90 (MOURA, 1996) dão conta de 80 espécies catalogadas no mundo. Acredita-se que este número, na presente data, já se tenha alterado. No Brasil, já foram assinaladas 13 espécies desse gênero (Tenente *et al.*, 2002). Como consequência do dinamismo existente dentro das espécies e em qualquer ciência e pelo avanço contínuo das pesquisas, prevê-se que este número já tenha sido superado (SILVA *et al.*, 2001).

Os nematóides das galhas são extremamente dependentes das condições de clima, principalmente temperatura, umidade, aeração e composição química do solo (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2004; CHARCHAR, 1999).

Os sintomas diretos desses fitoparasitos são expressos como galhas ou tumores, as quais resultam da hiperplasia e hipertrofia dos tecidos radiculares que bloqueiam a absorção de água e de nutrientes do solo. Essas deformidades das raízes provocadas por *Meloidogyne* spp. constituem-se em fortes drenos metabólicos, espoliando fotoassimilados e utilizando-os para o seu desenvolvimento e reprodução, o que contribui para reduzir, sobremaneira, o aproveitamento dos produtos sintetizados para o desenvolvimento normal das plantas, causando a murcha de plantas nos horários mais quentes do dia (CHARCHAR, 1999). Além de murchas, as plantas tornam-se raquíticas e amareladas, sintomas que se confundem com os de severa deficiência mineral da planta (CAMACHO *et al.*, 1995; CHARCHAR, 1999; CHARCHAR, 2001; PEÑA, 2000).

No sistema radicular infestado, ocorre redução das raízes absorventes, o que acarreta alteração da fisiologia da planta (LORDELLO, 1992). Assim, quando existem numa área elevadas populações desse patógeno, haverá nas culturas, além das galhas, deformação de tubérculos, digitamento de raízes, subdesenvolvimento das plantas, redução na qualidade da produção (LORDELLO, 1992; CHARCHAR, 1999; FREITAS *et al.*, 2004; MICHEREFF, 2006).

Quando as raízes ou tubérculos são as partes de interesse agrícola (cenoura, beterraba, batata, inhame, etc.), os danos causados comprometem diretamente a qualidade e comercialização do produto.

2.4. A espécie *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood (1949)

A espécie do nematóide das galhas *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood (1949), (Nematoda: Heteroderidae) é polífaga, cosmopolita e constitui-se no mais importante fitonematóide para a agricultura mundial (SASSER & CARTER, 1985; LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; MOURA, 1996).

Essa espécie possui quatro biótipos, os quais parasitam de forma diferenciada plantas ou cultivares, sendo, em razão disso denominadas raças fisiológicas. A identificação dessas raças faz-se com o auxílio de plantas indicadoras, dependendo da combinação da reação do nematóide ao Fumo (*Nicotiana tabacum* L.) 'NC 95' e de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) 'Deltapine 16' (SASSER & CARTER, 1985).

A raça 1 é considerada a mais freqüente em todo o mundo com 67%, seguida da raça 2 com 18%, raça 3 com 11% e raça 4 com 4% de ocorrência em plantas (SASSER & CARTER, 1985; LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; MOURA, 1996).

No Brasil, parece que esta semelhança de freqüência não ocorre. Pois em alguns estudos têm se observado que o parasitismo realizado por tais raças sugere está relacionada com alguma preferência botânica.

Nesse sentido, Lordello (1976), realizou levantamento em áreas algodoeiras do estado de São Paulo, com o objetivo de verificar a distribuição dos nematóides do gênero *Meloidogyne*, verificando que *M. incognita* raça 3 é a mais disseminada, ocorrendo em 56% das 52 amostras coletadas. Ruano *et al.* (1985) observaram igual tendência, verificando a predominância da raça 3 de *M. incognita* em oito áreas algodoeiras dos estados do Paraná e Goiás.

Já Moura & Moura (1989) constataram intenso ataque de *M. incognita* raça 2 em raízes de goiabeiras no Estado de Pernambuco com formação de volumosas e típicas galhas, além de decomposição do córtex, ocasionando a morte rápida da planta.

2.5. Ciclo de vida

O ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. é de aproximadamente 30 dias, variando com a temperatura. Inicia-se com o ovo, normalmente em estágio unicelular, em cujo interior há várias mudanças durante o desenvolvimento embrionário.

Os ovos são depositados em meio a uma matriz gelatinosa que é secretada por glândulas retais da fêmea durante o período de oviposição que os protege e mantém unidos. Cada fêmea, que se encontra parcialmente inserida na raiz da hospedeira, oviposita, normalmente, de 500 a 2000 ovos (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FERRAZ & MONTEIRO, 1995; FREITAS *et al.*, 2004).

Ainda no ovo, na matriz gelatinosa, há a formação do juvenil de primeiro estágio, J1. Este então sofre uma ecdise e torna-se J2, também dentro do ovo. Depois desta ecdise, o J2 eclode (forma infestante), vermiforme e móvel, emergido de um orifício feito na casca do ovo por meio de uma perfuração feita com o próprio estilete por onde sai para o solo e migra à procura de uma raiz para penetrar. A penetração ocorre, geralmente, próximo à coifa, seguindo um gradiente de concentração de exsudados radiculares. O J2 move-se entre as células indiferenciadas, parando com a região posterior adjacente à região de alongamento celular. As células desta região possuem pouca quitina, suberina e celulose depositadas em suas paredes o que facilita a penetração pelos J2 (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; AGRIOS, 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

Após a penetração, o J2 passa a se alimentar e injetar secreções esofagianas nas células da planta, que as vão alterar, morfológica e fisiologicamente, através da hipertrofia (aumento em tamanho) e hiperplasia (multiplicação desordenada das células). Estas são em número de 3 a 6 ao redor da cabeça do J2, que recebem o nome de *células gigantes*. Ao se alimentar, o J2 sofre uma nova ecdise, engrossa e adquire a forma “salsicha” (J3), já sendo possível diferenciar, no seu corpo, células relativas ao sistema reprodutor (primórdio genital), tornando-se sedentário, em consequência disso, a raiz engrossa formando um tumor que recebe o nome de galha. Logo em seguida, o J3 sofre outra ecdise e passa à J4. Nesse estágio, que possuem curta duração, os nematóides não se alimentam, mas por pouco tempo, sendo que finalmente há emergência dos adultos, fêmeas ou

machos (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FERRAZ & MONTEIRO, 1995; MOURA, 1996; AGRIOS, 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

Quando uma fêmea é formada, ela continua a engrossar até que fica esférica e completa seu amadurecimento, que culmina com a postura de ovos em uma matriz gelatinosa do lado de fora da raiz.

Quando um macho é formado, ele readquire a forma alongada, rompe a cutícula que tinha quando era J4 e abandona a raiz. Este não se alimenta mais e, na maioria das espécies do gênero *Meloidogyne* não tem papel na reprodução que é paternogênica (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2004).

A reprodução sexuada no gênero *Meloidogyne*, até o presente, só foi constatada nas espécies *M. carolinensis*, *M. microtyla* e *M. graminicola*, das quais apenas a última é encontrada no Brasil, parasitando, principalmente, arroz (MOURA, 1996); Evans (1998) *apud* SILVA *et al.*, 2001).

2.6. Importância dos nematóides das galhas para espécies ornamentais e medicinais

Como ocorre com os outros tipos de culturas exploradas pelo homem, as espécies ornamentais e medicinais são também, intensamente afetadas pelos nematóides das galhas. O cultivo de qualquer espécie vegetal em áreas infestadas por esse nematóide sem o uso de medidas adequadas de controle torna-se extremamente difícil. Considerando-se que solos arenosos e com incidência de temperaturas elevadas são favoráveis à elevada multiplicação dessa espécie de nematóide, fatores esses peculiares das regiões tropicais, o cultivo torna-se, praticamente, inexequível. Este fato se torna mais agravante quando se trata do cultivo de plantas ornamentais e medicinais, as quais são cultivadas de forma intensiva, em pequenas áreas e geralmente têm ciclos curtos, sendo a presença desse nematóide na área fator de baixa produção (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; MOURA, 1996; FREITAS *et al.*, 2004).

O controle desse patógeno é imprescindível para o bom êxito no cultivo dessas espécies vegetais, pois os nematóides das galhas podem causar perdas de até 100% na produção, dependendo da intensidade de infestação da área e das cultivares plantadas (CHARCHAR, 1995). Para o controle dos nematóides das galhas em áreas de produção de plantas ornamentais e medicinais é recomendado,

essencialmente, a rotação de culturas e o uso de cultivares resistentes ou culturas antagonistas (FREITAS *et al.*, 2004; FERRAZ & FREITAS, 2006).

A disseminação dos nematóides em plantas ornamentais e medicinais, para as áreas de cultivos ocorre, principalmente, por meio do substrato infestado, utilizado no preparo de mudas, as quais, na maioria das vezes não são produzidas em conformidade com o recomendado, como a esterilização do solo (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; AGRIOS, 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

A melhor forma de controlar os nematóides das galhas é prevenir sua entrada nas áreas de cultivos. Isto só é possível através de um conjunto de técnicas, quais sejam: limpar os reservatórios de água e evitar a contaminação dos canais de irrigação; para isso, evitar lavar as raízes infectadas/infestadas em recipientes ou canais em que a água seja utilizada para irrigação da área de cultivo; utilizar mudas produzidas em substratos esterilizados. Atualmente, no mercado já existe à venda substratos devidamente esterilizados; utilizar sementes e mudas de boa qualidade para o plantio; limpar máquinas e implementos agrícolas, principalmente após o trabalho em áreas infestadas; evitar acesso de pessoas e animais domésticos em áreas infestadas; evitar plantios consecutivos com culturas suscetíveis. Para este último caso, o produtor deve ter um plano de manejo em que haja épocas de pousio e rotação de culturas com poaceas como milho e sorgo, ou com plantas armadilhas como *Crotalaria* spp., *Mucuna* spp., *Estilosantes* spp. e *Tagetes* spp. para reduzir a população de nematóides no solo (FERRAZ & VALLE, 2001). Sem isso, a população de nematóides tende a aumentar o que compromete a cultura subsequente. Outras medidas são utilizar cultivares resistentes, quando disponíveis; expor as camadas internas de solo à radiação solar nas horas mais quentes do dia, com o uso de sub-solador, arado ou grade, para eliminar os nematóides por desidratação.

Mesmo em vista dos avanços ocorridos na agricultura brasileira em se obter maiores informações sobre a identificação e posterior diagnóstico de agentes causais de doenças de plantas, ainda há carência de relatos científicos sobre a susceptibilidade de plantas ornamentais e medicinais para *Meloidogyne*, como se verifica em levantamentos realizados por Ponte (1977); Manso *et al.* (1994) e Tenente *et al.* (2002), em especial para o estado do Ceará, o qual vem despontado como um importante centro produtor de tais essências.

2.7. Controle de fitonematóides

Vários são os métodos de controle que podem ser empregados no manejo destes fitopatógenos. Cabe, então, ao produtor fazer a escolha daquele que melhor lhe convier, sempre analisando fatores tais como: custo/benefício, agressão, persistência e prejuízos ao ambiente e as pessoas envolvidas (McGLOHON *et al.*, 1974; LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; AGRIOS, 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

Entre as doenças que afetam a produtividade das plantas ornamentais e medicinais, aquelas causadas por nematóides assumem grande importância em virtude dos sérios prejuízos causados diretamente às plantas e, indiretamente, ao produtor, pela redução dos lucros (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; MOURA, 1996; AGRIOS, 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

Os métodos mais utilizados são: cultural, físico, químico, biológico, genético e mais recentemente o alternativo.

▪ Preventivo ou Exclusão

Sem dúvida, trata-se do método menos dispendioso e mais eficiente que os curativos. Trata-se de impedir a entrada e posterior disseminação deste patógeno na área cultivada. Contudo, é uma medida difícil de lograr êxito, pois se trata de um patógeno microscópico e devido a sua peculiaridade de parasitismo e muitas vezes a própria convivência do produtor acarreta na entrada e disseminação, ocorrendo por meio da aquisição de mudas infestadas, implementos agrícolas contaminados, etc. Cuidados devem ser adotados no sentido de se utilizar solo esterilizado para a produção de mudas, adquirir mudas de viveiristas idôneos, ter cuidado com a água de irrigação, etc. Neste contexto, medidas sanitárias e quarentenárias podem ser agregadas, sempre que possível, para manutenção de áreas livres deste fitopatógeno.

As medidas associadas a este tipo de controle são, geralmente, impostas por países e/ou estados indemes de tais fitopatógenos, os quais tentam impedir a entrada dos agentes causais por meio de leis, decretos, instruções normativas, etc.

▪ **Alqueive ou pousio**

O alqueive ou pousio, tem se mostrado eficaz na redução populacional de *Meloidogyne*, mesmo quando realizado por um curto período (CAMPOS *et al.*, 2006).

Campos (1987) e Di Vito & Carella (1985) obtiveram redução de 63% e 86,7% nas populações de *M. javanica* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) e de *M. incognita* em pimentão (*Capsicum annum* L.), respectivamente, aos 30 dias após a eliminação das plantas atacadas.

Segundo Lee & Atkinson (1977) *apud* Campos *et al.*, 2006, o período necessário para a multiplicação celular e o desenvolvimento embrionário dentro do ovo, até que ocorra a eclosão do J2, em condições ideais de temperatura e umidade, é de 14 dias. O J2 leva consigo reservas energéticas corporais basicamente lipídicas e glicogênicas, cuja perda de parte dela leva à redução da sua infectividade. Além disto, o J2 necessita ter o corpo envolto por uma película de água (CAMPOS *et al.*, 2006)

Essas fragilidades dos J2 poderão ser exploradas em medidas integradas de controle desses fitopatógenos, como é o caso do pousio.

▪ **Inundação**

O uso da inundação do solo como medida de controle de nematóides fundamenta-se na morte das plantas hospedeiras devido ao ambiente anaeróbico e, conseqüentemente, pela produção elevada de ácidos orgânicos (TIHOHOD, 1993; LORDELLO, 1992). Todavia, estes mesmos autores demonstraram resultados de algumas investigações indicando que, para o controle de nematóides das galhas, seria necessário inundar a área infestada por um período variante de um a dois anos. Em vista desse tempo, por demais dilatado, inviabiliza o uso desta estratégia.

Em áreas planas e com lençol freático elevado, a inundação pelo período mínimo de dois meses provoca um decréscimo acentuado nas populações de fitonematóides. Isto se deve à decomposição da matéria orgânica por organismos anaeróbicos, resultando na liberação de subprodutos tóxicos aos nematóides na água. Adicionalmente, a redução do oxigênio do solo pode matar alguns nematóides por asfixia (JENKINS, 1964).

▪ **Rotação de culturas**

A rotação de culturas consiste em alternar, anualmente, espécies vegetais, numa mesma área agrícola. As espécies escolhidas, se possível, devem servir, conjuntamente, propósitos comercial e de diminuição da população de nematóides. Esta prática deve ser flexível, de modo a atender as particularidades regionais e as perspectivas de comercialização dos produtos.

O uso da rotação de culturas conduz à diversificação das atividades na propriedade, possibilitando estabelecer configurações que envolvam apenas culturas anuais, tais como: soja, milho, arroz, sorgo, algodão, feijão e girassol, ou de culturas anuais e pastagem. Para tanto, o planejamento da propriedade a médio e longo prazos faz-se necessário para que a implementação seja exequível e economicamente viável (FERRAZ & VALLE, 2001; DIAS-ARIEIRA *et al.*, 2003).

A rotação com cultura não hospedeira ou armadilha é outro método de controle dos nematóides de galhas, recomendado para diversas culturas (FERRAZ & VALLE, 2001). Entretanto, por questões econômicas, muitos produtores não aceitam fazê-la, ou mesmo deixar o terreno por períodos longos de pousio, pois o mercado exige produção constante, obrigando o produtor a maximizar o uso do solo, principalmente em áreas irrigadas. Manejo este verificado no cultivo de plantas ornamentais e medicinais.

▪ **Plantas antagonistas e/ou armadilhas**

O uso de plantas antagonistas e/ou armadilhas em esquemas de rotação ou plantio consorciado tem se mostrado uma alternativa bastante atrativa para o controle de nematóides. Tal método consiste na utilização de plantas em que o nematóide após entrar na raiz não consiga completar seu ciclo, prejudicando, assim, a reprodução do patógeno. Algumas delas são capazes de fixar nitrogênio da atmosfera e todas fornecem expressivos volumes de matéria orgânica, aumentando a atividade de fungos antagonistas e melhorando as características gerais do solo (FERRAZ & VALLE, 2001).

As espécies mais utilizadas estão congregadas, principalmente, em três famílias, quais sejam, Asteracea (Compostas) (ZVALETA-MEJIA & GOMEZ, 1995), Poaceae (Gramineas) (DIAS-ARIEIRA *et al.*, 2003), e Fabaceae (Leguminosas)

(ROSA *et al.*, 2004). Estas espécies podem ser utilizadas em plantios intercalares, em rotação ou em sucessão de cultivos ou ainda como adubos verdes. Quando empregadas da última forma, essas plantas melhoram as condições físico-químicas do solo e a decomposição da matéria orgânica, favorecendo a proliferação de inimigos naturais além de liberar substâncias com ação nematicida.

▪ Físico

Dentre os métodos físicos de controle, a solarização é um dos mais utilizados. Este método consiste na cobertura do solo úmido com um filme de polietileno transparente, na estação quente do ano, antes da época do plantio (KATAN, 1991). Essa cobertura provoca um “efeito estufa” que eleva a temperatura do solo causando a morte e/ou enfraquecimento dos propágulos de microrganismos fitopatogênicos.

Nesse processo tem-se conseguido reduções de 42 a 100% na população de diversos gêneros de nematóides, em campo e em casa de vegetação, incluindo *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Paratrichodorus*, *Criconemella*, *Xiphinema* e *Helicotylenchus* foram observadas após a solarização do solo (STAPLETON & DEVAY, 1986; STAPLETON, 2000; BAPTISTA *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2006).

No Brasil, alguns exemplos de controle com solarização podem ser citados. Silva *et al.* (2006), realizaram experimento em campo com filme plástica transparente de polietileno de 150 μ de espessura por 132 dias, tendo como resultado a redução significativa quanto ao número de galhas, número de massas de ovos. Baptista *et al.* (2006), na região de São Paulo, também conseguiram resultados semelhantes de eliminação de nematóide das galhas para tomateiro em condições de cultivo protegido.

No Ceará, resultados positivos também foram encontrados por Santos *et al.* (2006), os quais conseguiram a eliminação de até 100% dos nematóides em solo infestado contido em sacos plásticos transparentes após 8 dias de solarização. A referida metodologia foi recomendada para produtores de mudas em geral.

Além da ação direta do calor sobre os patógenos, os efeitos da solarização sobre a ocorrência de plantas daninhas e sobre as características químicas do solo, em campo, podem influenciar positivamente o desenvolvimento

das culturas e desfavorecer a sobrevivência de fitopatógenos no solo, atuando de maneira integrada no controle de doenças.

▪ **Químico**

O controle químico, mediante o uso de nematicidas, é uma tática eficaz, contudo, é antieconômica, principalmente para pequenas áreas, como no caso daquelas que se cultivam plantas ornamentais e medicinais. Além disso, em excesso, esses produtos são extremamente tóxicos ao homem e ao meio ambiente.

Acrescente a isso, o fato de se encontrar no mercado, poucos nematicidas registrados para as culturas ornamentais e nenhum para as medicinais (ANDREI, 2005). Isto se deve, principalmente, ao pouco interesse das empresas por tais culturas, pois normalmente, ocupam áreas reduzidas, em relação às grandes culturas e frutíferas ou são constituídas de espécies empregadas como fitoterápicos em chás, infusões ou ainda com o consumo *in natura*, não sendo assim, de interesse o tratamento com defensivos.

▪ **Biológico**

A literatura referente ao controle biológico de nematóides é muito ampla. Conquanto seja muito estudado, este tipo de controle ainda é pouco utilizado na prática. Isso ocorre devido a alguns fatores que são determinantes para o sucesso dessa tática, quais sejam: mobilidade e habilidade para caçar; adaptabilidade ao ambiente; especificidade de hospedeiros; sincronização de hospedeiros e habilidade para sobreviver sem o hospedeiro (LORDELLO, 1992).

Muitos fungos predadores, microcrustáceos e nematóides predadores capturam e matam os J2. O controle biológico dos nematóides com fungos nematófagos é uma prática muito vantajosa, quer do ponto de vista ecológico ou econômico. Esses fungos são genericamente chamados de fungos nematófagos e produzem diferentes tipos de armadilhas com as quais capturam e matam os nematóides (CARNEIRO, 1992; COFCEWICZ *et al.*, 2001; ALVES & CAMPOS, 2003; SILVA *et al.*, 2003; FABRY *et al.*, 2007).

Também existem grupos de bactérias do gênero *Pasteuria* que parasitam os J2 sem matá-los, instantaneamente, permitindo que este complete seu ciclo no

hospedeiro, contudo afeta o processo reprodutivo do nematóide (ROCHA, 2003). Outro grupo bastante conhecido e estudado é o das rizobactérias (FREITAS, 2007).

Pimenta & Carneiro (2005) conseguiram resultados satisfatórios utilizando *Pasteuria penetrans* no controle de *M. javanica* em alface e tomate.

Sharma & Vivaldi (2003) obtiveram controle eficiente de *M. javanica* em soja com aplicação via solo de endósporos de *Pasteuria penetrans*, mesmo em baixas concentrações (10×10^5 endósporos/kg de solo), atingindo um controle de 94,7%. Contudo, a dificuldade para multiplicar esta bactéria em larga escala, *in vitro*, restringe seu uso a pequenas áreas cultivadas e viveiros.

▪ **Genético**

Usar variedades resistentes é um método natural e seguro para o controle de pragas e doenças. Além disso, se constitui no meio mais adequado para o plantio em áreas já infestadas por nematóides. Contudo, a obtenção destas variedades requer tempo e recursos, com a condução de vários experimentos de campo (CHARCHAR & MOITA, 1996a; 1996b; 1996c).

Somando-se a isto, há o problema de estas variedades serem restritas a determinadas regiões, devido a limitações de solo, clima, etc, e ainda podem ter esta resistência quebrada em virtude da existência de raças fisiológicas mais severas (CHARCHAR & MOITA, 1996a; 1996b; 1996c).

▪ **Alternativo**

Nos últimos anos, a sociedade tem priorizado, sobremaneira, os aspectos ambientais (SILVA, 2006). Com isso o interesse dos pesquisadores foi direcionado para pesquisas que permitam descobrir novas substâncias bioativas em espécies vegetais, comumente utilizadas para outros fins, como medicinais. A maioria dos estudos têm sido conduzidos com plantas, buscando utilizá-las no manejo integrado de pragas e doenças, com menos efeitos degradantes sobre o homem e o meio ambiente (CASTRO, 1989). Aliado a isso, está à ação governamental, subsidiando, através de leis a minimização de impactos ambientais, em decorrência da utilização indevida de defensivos agrícolas (Brasil, 1989) e implementação de um marco legal para a produção e comercialização de produtos agrícolas produzidos sob condições

diferenciadas de manejo, sem a utilização de defensivos agrícolas de síntese (BRASIL, 2003).

Ponte (2002) recomenda o emprego da manipueira, subproduto líquido da farinha da mandioca, em aplicação no solo para o controle do nematóide das galhas. O autor cita ainda que, além de nematicida natural, a manipueira tem ação inseticida, acaricida, fungicida, bactericida, herbicida e como adubo.

Bauske *et al.* (1994), alcançaram resultados satisfatórios no controle de *M. incognita* em algodão, em casa de vegetação, quando aplicaram os óleos essenciais de *Cymbopogon* spp., *Litsea cubeba* L., *Pinus plaustris* Mill e *Prunus dulcis* (Mill) D.A. Webb na quantidade de 0,1 e 0,5 ml por quilograma de solo.

Conseqüentemente, vários são os trabalhos que têm buscado encontrar tais substâncias no controle das mais variadas pragas agrícolas, quais sejam: antibacteriano (ESTANISLAU *et al.*, 2001), contra fungos pós-colheita (GADELHA *et al.*, 2003), com atividade alelopática (ALVES *et al.*, 2004; SOUSA FILHO *et al.*, 2006), atividade nematicida (BEZERRA *et al.*, 2004), como acaricida (FREITAS *et al.*, 2006), inseticida (BRITO *et al.*, 2006), fungicida (MEDICE *et al.*, 2007).

2.8. Agricultura orgânica

Com o advento da agroecologia, ciência que estabeleceu as bases epistemológicas da agricultura alternativa, o modelo agrícola vigente passou por profundas transformações (ALTIERI 1989; ALTIERI *et al.*, 2003). O conjunto dos sistemas de produção da agricultura alternativa pressupõe a minimização e até a eliminação da dependência de fertilizantes químicos e defensivos agrícolas sintéticos, como forma de melhorar a capacidade produtiva do solo e obter produções contínuas e sustentáveis desprovidas de defensivos agrícolas de síntese (BONILLA, 1992).

No momento atual, a agroecologia, incluindo todas as suas correntes, orgânica, biodinâmica, natural, ecológica e permacultura, como um novo paradigma técnico-científico de produção agrícola e ambiental, está sendo construída de forma progressiva com ecossistemas e estratégias diversificadas de sobrevivência econômica.

Assim, não só a qualidade do produto, mas também a isenção de produtos químicos tóxicos nos alimentos são pontos, amplamente, discutidos pela

comunidade científica e por toda a população mundial, notadamente aqueles setores mais esclarecidos e comprometidos com a segurança e com o bem estar do consumidor e dos produtos.

Novos produtos que acarretem menor impacto ao homem e ao meio ambiente precisam ser estudados para o controle de populacional desses patógenos (SALGADO *et al.*, 2005).

Os óleos essenciais podem ser uma excelente alternativa para o controle dos nematóides, pois estes já têm sido pesquisados e tem se observado resultados satisfatórios para outros agentes patogênicos das plantas (ESTANISLAU *et al.*, 2001; GADELHA *et al.*, 2003; ALVES *et al.*, 2004; SOUSA FILHO *et al.*, 2006); FREITAS *et al.*, 2006; BRITO *et al.*, 2006; MEDICE *et al.*, 2007).

Muitos nematicidas naturais já foram encontrados em plantas, tais como moléculas dos grupos tienil, alcalóides, fenóis, sesquiterpenos, diterpenos e poliecetilenos, todas estas presentes em óleos essenciais, todavia, ainda são poucos os trabalhos que averiguam a atividade nematicida de tais compostos (OKA *et al.*, 2000).

2.9. Os óleos essenciais

O termo óleo essencial é empregado para designar líquidos oleosos voláteis, dotados de aroma forte quase sempre agradável extraídos de plantas por processos específicos (Craveiro *et al.*, 1981), que se formam em um grande número de plantas a partir do metabolismo secundário (MATOS *et al.*, 1996; SIMÕES *et al.*, 2003; MATOS *et al.*, 2004; REIMAN, 2006).

Os óleos essenciais são substâncias orgânicas, puras, voláteis e extremamente potentes. São os principais componentes bioquímicos de ação terapêutica das plantas aromáticas e medicinais. Seus constituintes variam desde hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples, aldeídos, furanos, ácidos graxos, lactonas, fumarinas, éteres, ésteres, fenóis, óxidos, peróxidos, até compostos como enxofre. Os terpenos são preponderantes na maioria dos óleos essenciais, havendo sempre a prevalência de um ou dois deles, que assim irão caracterizar os aromas, sendo este composto denominado de majoritário. Os terpenos são constituídos na sua maioria de monoterpenos (cerca de 90% dos óleos voláteis) e sesquiterpenos (CRAVEIRO *et al.*, 1981; SIMÕES *et al.*, 1995; MATOS *et al.*, 2004).

Dependendo da família botânica, os óleos essenciais podem ocorrer em estruturas secretoras especializadas como glândulas (Lauraceae), células parenquimatosas diferenciadas (Lauraceae, Piperaceae, Poaceae), canais oleíferos (Apiaceae) ou em bolsas lisísenas ou esquizolisígenas (Pinaceae e Rutaceae). Podem ser armazenados em certos órgãos, tais como: flores (laranjeiras), folhas (capim-limão, eucalipto) ou nas cascas (canelas), madeira (sândalo e pau rosa), raízes (vetiver), rizomas (cúrcuma e gengibre), frutos (erva cidreira) e sementes (noz moscada e vitex) (SIMÕES *et al.*, 1995).

Os óleos essenciais podem ser extraídos de plantas frescas ou secas, mediante destilação por vapor d'água, extração pura e simples (por pressão, absorção de gorduras em perfumaria, etc.). Esses óleos devem ainda ser conservados em recipientes bem fechados ao abrigo de luz e do ar. Quando não se procede de forma adequada o armazenamento dos óleos essenciais, estes podem sofrer polimerização transformando-se em resinas, perdendo o odor característico e principalmente a sua ação (SOUSA, 1999).

2.10. Efeito de óleos essenciais no controle de nematóides

Os mecanismos nematicidas que os óleos essenciais e seus constituintes apresentam ainda não estão bem elucidados. Porém, como muitos óleos essenciais têm demonstrado inibição da atividade da acetilcolinesterase em insetos, este fato sugere que os constituintes ativos dos óleos essenciais possam afetar o sistema nervoso dos nematóides, o que é evidenciado pela alteração do comportamento, desenvolvimento e demais processos controlados por aquela enzima (Ryan & Bryne (1988) *apud* ALCANFOR (2004)). Outra possibilidade é que os óleos essenciais rompam a cutícula do nematóide, alterando sua permeabilidade (OKA, 2001).

2.11. Características gerais dos óleos essenciais

▪ Óleo de capim santo (*Cymbopogum citratus* (D. C.) Strapf.) - Poaceae

O capim santo é uma planta medicinal e aromática, pertencente à família Poaceae e originário da Ásia. É uma erva perene, subespontânea ou cultivada nos países tropicais. No Brasil é utilizado popularmente como sedativo, sudorífero,

carminativo, febrífugo, diurético, antipirético e anti-reumático (BRAGA, 1976). Têm folhas largas e aromáticas, das quais é produzido o seu óleo essencial, conhecido internacionalmente como óleo de *lemongrass* (MATOS *et al.*, 2004).

Essa essência é largamente utilizada como agente aromatizante em perfumaria e cosméticos, além da obtenção de citral (40%) que é seu principal constituinte químico ativo. Outros constituintes de seu óleo são: mirceno, limoneno, nonanal, nerol, geraniol, decanal, linalol, acetato de geranila e terpineol.

O citral é um excelente aromatizante de ambientes e repelente a insetos, além de apresentar ação antimicrobiana local e acaricida (CARRICONDE *et al.*, 1996; (MATOS *et al.*, 2004).

▪ **Óleo de alfavaca cravo (*Ocimum gratissimum* L.) - Labiateae**

A alfavaca cravo é um subarbusto aromático com até um metro de altura, originário do Oriente. É subespontâneo em todo o Brasil do qual existem diversos quimiotipos. Possui folhas ovalado-lanceoladas e flores pequenas roxo-pálidas dispostas em racemos paniculados curtos e eretos (BRAGA, 1979; MATOS, 2004), das quais o seu óleo essencial é obtido.

Segundo Matos *et al.* (2004) e Craveiro *et al.*(1981), o óleo essencial de alfavaca cravo é constituído por 24% de eugenol, 23% de cariofileno, 20% de 1,8-cineol, 19% de α -guanieno e 2% de γ -terpineno.

Craveiro *et al.* (1981), verificaram que o óleo essencial oriundo de material colhido no município de Pacatuba-CE, continha o eugenol como seu constituinte majoritário.

Toda a parte aérea da planta, especialmente as folhas, quando colhidas na parte da manhã, próximo ao meio dia, apresentam alto teor de eugenol no seu óleo essencial, porém quando colhidas no início da manhã ou no final da tarde, o eugenol era substituído pelo cineol (MATOS *et al.*, 2004).

A ação anti-séptica local contra fungos (*Aspergillus* e *Trichoderma*) e bactérias (*Stafilococcus*) foi também constatada por Matos (1997).

- **Óleo de alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) - Verbenaceae**

O alecrim pimenta é uma arvoreta ou subarbusto grande, próprio da vegetação da Caatinga no Nordeste. É muito esgalhada e alcança até dois metros de altura, sendo abundante na face oriental da Chapada do Apodi. É encontrada na vegetação do semi-árido nordestino, principalmente entre Mossoró – RN e Tabuleiro do Norte – CE. A planta é conhecida vulgarmente como “estrepa cavalo”, “alecrim” e “alecrim-pimenta” (BRAGA, 1979; MATOS, 1997; MATOS *et al.*, 2004). Possui folhas opostas, simples, com margens finamente crenadas. Tanto as folhas frescas como secas têm odor forte, canforáceo e sabor aromático picante (MATOS *et al.*, 2004).

Segundo Matos (1997), o óleo essencial de alecrim pimenta possui como principais constituintes ativos o timol e o carvacrol.

De acordo com Craveiro *et al.*(1981), esse óleo apresenta um rendimento de até 60% de timol (seu principal princípio ativo), acompanhado de menores quantidades de carvacol, p-cineno e cariofileno, respectivamente. A presença dessas substâncias (princípios ativos) estabelece ação antimicrobiana contra fungos e bactérias.

O carvacrol mostrou-se, inclusive, dotado de atividade moluscocida quando testado contra *Biomphalaria glabrata* (MATOS, 2004).

- **Óleo de erva cidreira (*Lippia alba* (Mill) N. E. Brown) - quimiotipo III: *carvona-limoneno* - Verbenaceae**

A erva cidreira é uma espécie herbácea, cujo valor terapêutico tem sido bastante explorado na fitoterapia brasileira, no tratamento de ansiedade, insônia, doenças respiratórias e distúrbios gastrointestinais (BRAGA, 1979; CRAVEIRO *et al.*, 1987; MATOS, 1997; MATOS *et al.*, 2004).

As plantas pertencentes a esta espécie caracterizam-se pela grande plasticidade fenotípica e ampla distribuição pelo Brasil e América do Sul (VALE, 1999; SANTOS, 2003). Segundo Craveiro *et al.* (1981), várias plantas nordestinas do gênero *Lippia* são potencialmente importantes por produzirem óleo essencial com rendimentos muito elevados.

As variações nos constituintes do óleo essencial de erva cidreira permitiram a divisão desta espécie em quimiotipos. As plantas do quimiotipo carvona

limoneno, caracterizam-se pela predominância de carvona e limoneno e ausência de citral em seu óleo essencial (MATOS, 1996; MATOS, 1997).

A carvona é usada como carminativa e em produtos da indústria de cosméticos. Em alguns estudos foi demonstrada sua atividade bactericida e fungicida (MATOS, 1997). O limoneno é utilizado industrialmente como solvente para produtos à base de óleo e resina e para dar sabor e/ou aroma de laranja em produtos de limpeza, alimentícios e cosméticos (MATOS, 1996; SANTOS & INNECCO, 2003).

▪ **Óleo de capim citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) - Poaceae**

O capim citronela é uma erva perene, que ocorre basicamente sob duas formas, *Cymbopogon nardus* var. *lenabatu* e *Cymbopogon winterianus* Jowitt. Acredita-se que ambas as formas originaram-se no Ceilão, sendo a primeira cultivada principalmente naquela ilha, enquanto a segunda é encontrada em Java, Haiti, Honduras, Taiwan, Guatemala e China (BRAGA, 1979). Provavelmente todos os tipos de citronela cultivados originaram-se de *Cymbopogon onfertiflorus* Stapf., conhecida por *maragrass* e que ocorre naturalmente no Sri Lanka (SAHOO & DEBATA, 1995; MARCO *et al.*, 2006).

O óleo essencial de capim citronela é rico em citronelal, aproximadamente 40% e possui também pequenas quantidades de geraniol, citronelol e ésteres. O citronelol é um excelente aromatizante de ambientes e repelente de insetos, possuindo ainda ação antimicrobiana local e acaricida (MATOS, 2000).

Guenther (1972), *apud* Alves *et al.* (2004), demonstrou que esse óleo é utilizado principalmente para isolar o citronelal e depois convertê-lo em citronelol e hidróxido de citronelol e síntese de mentol, podendo ser também, utilizado para a extração de geraniol e posteriormente conversão em ésteres.

Sousa (1999), estudando a ação anti-fúngica desse óleo observou que o mesmo apresentou efeito inibitório sobre a produção de esporos de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.).

- **Óleo de eucalipto (*Eucalyptus torenticornis* Sm.) - Myrtaceae**

O eucalipto é uma árvore de grande porte, originária da Tasmânia. Atualmente, é cultivada ao lado de outras congêneres em muitas regiões de clima tropical e subtropical, principalmente pela importância de sua madeira que é utilizada como combustível e na fabricação de papel, além da extração de óleo essencial (BRAGA, 1979; MATOS, 1997; MATOS *et al.*, 2004).

Dentre as espécies de eucalipto, esta é a de maior utilização no Brasil para a produção de óleo essencial (VITTI & BRITO, 1999).

As principais fontes de óleo essencial nessa espécie são folhas jovens (\pm 3%), folhas adultas (\pm 1,5%), frutos (\pm 1,4%), sendo o cineol (eucaliptol) o constituinte majoritário (55%), contudo, constam ainda na literatura a presença de muitos monoterpenos, sesquiterpenos, álcoois, cetonas, aldeídos e ésteres presentes no óleo essencial de eucalipto (CRAVEIRO, *et al.*, 1981; MATOS *et al.*, 2004).

2.12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 4. ed. San Diego, Califórnia: Academic Press, 1997. 635p.

ALCANFOR, D. C. **Uso de produtos naturais no controle de nematóide das galhas (*Meloidogyne incognita*) com produtos naturais em tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). 2004. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE.

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos. 2003. 226p.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Tradução: Patrícia Vaz. Rio de Janeiro: PTA/FASE. 1989. 240p.

ALVES, F. R.; CAMPOS, V. P. Efeitos da temperatura sobre a atividade de fungos no controle biológico de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raça 3. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 27. n.1. p. 91-97. 2003.

ALVES, M. C. S.; MEDEIROS FILHO, S.; INNECCO, R.; TORRES, S. B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1083-1086, nov., 2004.

BAPTISTA, M. J.; SOUZA, R. B.; PEREIRA, W.; CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; CHARCHAR, J. M. Solarização do solo e biofumigação no cultivo protegido de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n.1, p.47-52. 2006.

BAUSKE, E. M.; KABANA, R. R.; ESTAÚN, V.; KLOEPPER, J. W.; ROBETSON, D. G.; WEAVER, C. F.; KING, P. S. Management of *Meloidogyne incognita* on cotton by use of botanical aromatic compounds. **Nematropica**. v. 24. n. 2. p. 143-150. 1994.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1. 919p.

BEZERRA, J. N. S.; LOPES, E. L.; NASCIMENTO, R. R. G.; LOBATO, F. A. O.; SOUSA, A. H.; ANDRADE NETO, M.; OLIVEIRA, M. C. F. Atividade Nematicida de *Petiveria alliaceae* (Phytolacaceae). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 29. **Resumos....** 2004.

BONILLA, J. A. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992. 260p.

BRAGA, R. **Plantas do nordeste, principalmente do Ceará**. 3. ed. ESAM. Mossoró. 1979.

BRASIL. Constituição Federal. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. (**Lei dos Agrotóxicos**). 1989.

BRASIL. Constituição Federal. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. (**Lei dos Orgânicos**). 2003.

BRITO, J. P.; OLIVEIRA, J. E. M.; BORTOLI, S. A. Toxicidade de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista de biologia e ciências da terra**. v. 6. n. 1. p. 96-103. 2006.

CAMACHO, R.; CALVACHE, A.M.; FALCÃO, N.; FERNANDEZ, F.; DEMATTE, J.A.M.; MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em solução nutritiva, com variação no fornecimento de N, P e K. **Scientia Agrícola**. v. 52, p. 422-425, 1995. B

CAMPOS, V. P. Efeito da população inicial de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* em girassol plantado em microparcelas delimitadas por fibra de vidro no campo. **Nematologia Brasileira**. v. 11, p. 204-211, 1987.

CAMPOS, H. D.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A. Efeito do tempo e da temperatura de incubação de juvenis do segundo estágio (J2) no teor de lipídio corporal e no parasitismo de *Meloidogyne javanica* em soja. **Fitopatologia brasileira**. v. 31 n. 4. p. 387-393. Brasília. 2006.

CAMPOS, V. P. Doenças causadas por nematóides. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte. v. 11, n. 122, p.21-28. 1985.

CAMPOS, V. P. Sobrevivência de *Meloidogyne javanica* no solo e em raízes de tomateiros. **Summa Phytopathologica**. v. 13, p. 191-196. 1987.

CARNEIRO, R. M. D. G. Princípios e tendências do controle biológico de nematóides com fungos nematófagos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 27. s/n. p. 113-121. 1992.

CARRICONDE, C.; MORES, D.; FRITSCHEN, M. VON; JÚNIOR, E. L. C. **Plantas medicinais e alimentícias**. Centro Nordestino de Medicina Popular: UFRPE, Olinda. v. 1. 1996.

CASTRO, A. G. **Defensivos agrícolas como um fator ecológico**. Jaguariúna, 1989. 20p. (Embrapa – CNPDA. Documento 6).

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

CHARCHAR, J.M. **Nematóides em hortaliças**. Brasília: Embrapa-CNPB, 1999. 12p. (Embrapa-CNPB. Circular técnica, 18).

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. **Metodologia para seleção de hortaliças com resistência a nematóides: Alface/*Meloidogyne* spp.** Brasília: Embrapa Hortaliças. 8p. 1996. (Comunicado técnico, nº 27).

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Reação de cultivares de alface à infecção por mistura populacionais de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. javanica* em condições de campo. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 14, n. 2, p. 185-189, 1996.

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Reação de cultivares de batata à infecção por *Meloidogyne incognita* raça 1. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 14, n. 2, p. 189-193, 1996.

COFCEWICZ, E. T.; MEDEIROS, C. A. B.; CARNEIRO, R. M. D. G.; PIEROBOM, C. R. Interação dos fungos micorrízicos arbusculares *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita* e o nematóide das galhas *Meloidogyne javanica* em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**. v. 26. n. 1 p. 65-70. 2001.

COSTA, M. J. N.; OLIVEIRA, S.; COELHO, S. J.; V. P. CAMPOS, Nematóides em plantas ornamentais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 5, p. 1127-1132. 2001.

CRAVEIRO, A. A.; ALENCAR, J. W.; MATOS, F. J. A.; FERNANDES, A. G. Contribuição à quimiotaxia do gênero *Lippia*. **Ciência e Cultura**, v.39, n.7, p.530, 1987.

CRAVEIRO, A. C.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; MACHADO, M. I. L. **Óleos essenciais de plantas do nordeste**. Fortaleza. 1981. 210p.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; MIZOBUTSI, E. H. Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25. n. 2, p. 473-477. 2003

DI VITO, M.N.G.; CARELLA, A. Population densities of *Meloidogyne incognita* and yield of *Capsicum annuum*. **Journal of Nematology** v. 17, p. 45-49. 1985.

EISENBACK, J. D.; HIRSCHMANN, H.; SASSER, J. N.; TRIANTAPHYLLOU, A. C. **A guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.)**. International Meloidogyne Project - IMP. Raleigh - NC, EUA. 48p. 1981.

EISENBACK, J. D. (Ed.) **Root-knot nematode taxonomic database**. Wallingford: CAB International. 1997.

ESTANISLAU, A. A.; BARROS, F. A. S.; PEÑA, A. P.; SANTOS, S. C.; FERRI, P. H.; PAULA, J. R. Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de cinco espécies de *Eucalyptus* spp. cultivadas em Goiás. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 11. n. 2. p. 95-100. 2001.

FABRY, C. F. S.; FREITAS, L. G.; NEVES, W. S.; COUTINHO, M. M.; TÓTOLA, M. R.; OLIVEIRA, J. R.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FERRAZ, S. Obtenção de bactérias para o biocontrole de *Meloidogyne javanica* por meio de aquecimento de solo e tratamento com filtrado de raízes de plantas antagonistas a fitonematóides. **Fitopatologia Brasileira**. v. 32. n. 1. p. 79-82. 2007.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. **O controle de fitonematóides por plantas antagonistas e produtos naturais**. Disponível em: <http://www.ufv.br/dfp/lab/nematologia/antagonistas.pdf>. Acesso em 15 de maio de 2006

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematóides. In: ARMANDO BERGAMIN FILHO; HIROSHI KIMATI; LILIAN AMORIM. (Org.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. volume 1. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, v. 1, p. 168-201.

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

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

FREITAS, L. G. **Rizobactérias versus nematóides**. Disponível em: <http://www.ufv.br/dfp/lab/nematologia/controlebiologico.pdf>. Acesso em 24 de agosto de 2007.

GADELHA, J. C.; INNECCO, R.; ALCANFOR, D. C.; MATTOS, S. H.; MEDEIROS FILHO, S.; VIEIRA, A. V. Defensivos naturais no tratamento pós-colheita do pedúnculo de melão. **Revista Ciência Agronômica**. v. 34. n. 1. p. 5-11. 2003.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, v. 48, 692P. 1964.

LORDELLO, L. G. E. Perdas causadas por nematóides. **Revista Agricultura**. v. 51. n. (3 e 4). p. 222. 1976.

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

MANSO, E. C.; TENENTE, R. C. V.; FERRAZ, L. C. B.; OLIVEIRA, R. S.; MESQUITA, R. **Catálogo de nematóides fitoparasitos encontrados associados a diferentes tipos de plantas no Brasil**. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília. 488p. 1994.

MARCO, C. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; BORGES, N. S. S.; MEDEIROS FILHO. Influência de espaçamento, altura e época de corte no rendimento da biomassa e óleo essencial na cultura de capim citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 32-36, 2006.

MATOS, F.J.A. As ervas cidreiras do nordeste do Brasil: estudo de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown (Verbenaceae). Parte II. Farmacoquímica. **Revista Brasileira de Farmácia**, v.77, n.4, p.137-141, 1996.

MATOS, F. J. A. **O formulário fitoterápico do professor Dias da Rocha**. 2ª ed. Ed. fac-sim. Fortaleza. 1997. 260p.

MATOS, F. J. A.; SOUSA, M. P.; MATOS, M. E. O.; MACHADO, M. I. L.; CRAVEIRO, A. A. **Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de plantas medicinais brasileiras**. Editora UFC. 2ª Ed. Fortaleza. 2004. 448p.

McGLOHON, N. E.; MOTSINGER, R. E.; THOMPSON, S. S.; CRAWFORD, J. L.; BOWIER, T. H. Nematode control. **Plant Pathology - Nematodes**. Tifton - Georgia - EUA. 39p. 1974. (Boletim 652).

MEDICE, R.; ALVES, E.; ASSIS, R. T.; MAGNO JÚNIOR, R. G.; LOPES, E. A. G. L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 31. n. 1. p. 83-90. 2007.

MICHEREFF, S. J. **Sintomatologia de doenças de plantas**. Disponível em: Fitopatologia I; <http://www.ufrpe.br/fitopatologia/fito11.1.html>. Acesso em 26 de julho de 2006.

MOURA, R. M. **O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose**. Parte II. In: Revisão Anual de Proteção de Plantas. v. 5, p. 281-315. 1997.

MOURA, R. M. **O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose**. Parte I. In: Revisão Anual de Proteção de Plantas. v. 4, p. 209-245. 1996.

MOURA, R. M.; MOURA, A. M. Meloidoginose da goiabeira: doença de alta severidade no Estado de Pernambuco, Brasil. **Nematologia Brasileira**. v. 13, p. 13-19. 1989.

OKA, Y.; NACAR, S.; PUTIEVSKY, E.; RAVID, U.; YANIV, Z.; SPIEGEL, YITZHAK. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. **Nematology**, v. 90, n. 7. p. 710-715, 2000.

OKA, Y. Nematicidal activity of essential oil components against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. **Nematology**. v. 3. n. 2. p. 159-164. 2001.

PENÃ, R. P. A nutrição das plantas e seus efeitos na sanidade vegetal. **Agricultura Biodinâmica**, v.17, p.26-30, 2000.

PIMENTA, C. A. M.; CARNEIRO, R. M. D. G. **Controle de *Meloidogyne javanica* por *Pasteuria penetrans* em duas culturas sucessivas de alface e tomate**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 35p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

PONTE, J. J. Nematóide das galhas: espécies ocorrentes no Brasil e seus hospedeiros. **Boletim Cearense de Agronomia**. v. 18. p. 1-99. 1977.

PONTE, J. J. **Cartilha da manípueira: uso do composto como insumo agrícola**. 2ª ed. Fortaleza, Secretaria da Ciência e Tecnologia do Estado Ceará (SECITECE), 52p. 2002.

ROCHA, F. S. **Fatores biológicos e químicos que afetam a eclosão, mobilidade, mortalidade e parasitismo de juvenil do segundo estágio de *Meloidogyne incognita***. 108f. (Dissertação de mestrado – Agronomia/Fitopatologia) Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG. 2003.

ROSA, R. C. T.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Efeitos do uso de *Crotalaria juncea* e carbofuran em fitonematóides ectoparasitos de cana-de-açúcar. **Fitopatologia Brasileira**. v. 29. p. 447-449. 2004.

RUANO, O.; CHAVES, G. M.; FERRAZ, S.; ZAMBOLIM, L. Distribuição de raças de *Meloidogyne incognita* em áreas algodoeiras nos estados do Paraná e Goiás. **Fitopatologia Brasileira**. v. 10, n. 3, p. 667 – 670. 1985.

SAHOO, S.; DEBATA, B. K. Recent Advances in Breeding and Biotechnology of Aromatic Plants: *Cymbopogon* Species. **Plant Breeding Abstracts**, v.65, n.12, 1995.

SANTOS, C. D. G.; CARVALHO, L. F.; SILVA, M. C. L. Solarização do solo em sacos plásticos para o controle dos nematóides das galhas, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p. 350-356, 2006.

SANTOS, M. R. A. dos **Estudos agronômicos e botânicos de erva cidreira (quimiotipo limoneno- carvona)**. 2003, 62 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

SANTOS, M. R. A. e INNECCO, R. Influência de períodos de secagem de folhas no essencial de erva-cidreira (quimiotipo carvona limoneno). **Revista Ciência Agronômica**, Vol. 34, Nº. 1 - 2003: p. 5-11.

SASSER, J. N.; CARTER, C.C. **An advanced treatise on *Meloidogyne*. Biology and control**. Cooperative publication of the Department of Plant Pathology. Raaleigh, NC: State University, and the United States Agency for International Development. 422. 1985.

SHARMA, R. D.; VIVALDI, L. J. **Controle biológico de nematóide das galhas com a bactéria *Pasteuria penetrans***. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2003. 13p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

SILVA, G. H.; OLIVEIRA, D. F.; CAMPOS, V. P. Purificação de metabólitos fúngicos com efeitos tóxicos sobre *Meloidogyne incognita*. **Fitopatologia Brasileira**. v. 27. n. 6. p. 594-598. 2002.

SILVA, M. G.; SHARMA, R. D.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, C. M. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematóides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**. v. 24. n. 4. p. 489-494. 2006.

SILVA, J. F. V (organizador). FERRAZ, L. C. C. B.; ASMUS, G. L.; CARNEIRO, R. G.; MAZAFERRA, P.; SILVA, J. F. V. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina: Embrapa soja. Sociedade Brasileira de Nematologia. 127p. 2001.

SILVA, G. S. Substâncias naturais: uma alternativa para o controle de doenças. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 39 (Palestra). **Fitopatologia Brasileira**. v. 31. p. 14. 2006. Suplemento.

SIMÕES, C. M. O.; MENTZ, L. A.; SCHENKEL, E. P.; IRGANG, B. E.; STHEMANN, J. R. **Plantas da medicina popular do Rio Grande do Sul**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/Editora da UFSC. p. 173. 1995.

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**. 5^o ed. Porto Alegre, UFRGS. Florianópolis, UFSC. 1104p. 2003.

SOUZA FILHO, A. P. S.; SANTOS, R. A.; SANTOS, L. S.; GUILHON, G. M. P.; SANTOS, A. S.; ARRUDA, M. S. P.; MULLER, A. H.; ARRUDA, A. C. Potencial alelopático de *Myrcia guianensis*. **Planta Daninha**. v. 24. n. 4. p. 649-656. 2006.

SOUSA, G. A. A. A. **Ação antifúngica de óleos essenciais de espécies vegetais sobre *Lasiodiplodia theobromae***. 68 f. (Dissertação de mestrado – Agronomia/Fitotecnia) Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 1999.

STAPLETON, J. J.; DEVAY, J. E. Soil solarization: a non-chemical approach for management of plant pathogens and pests. **Crop Protection**, v. 5, P. 190-198. 1986.

STAPLETON, J. J. Soil solarization in various agricultural production systems. **Crop Protection**, v. 19, P. 837-841. 2000.

TENENTE, R. C. V.; GONZAGA, V.; MELO, L. A. M. P.; MUNHOZ TENENTE, S. M. **Bibliografia brasileira de nematóides**. Brasília. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. v. 2, 400p. 2002. (Documento 76).

TIHOHOD, D. **Nematologia Agrícola Aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 372p.

VALE, T. G. **Estudo farmacológico comparativo de óleos essenciais de quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 1999.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Avaliação do rendimento e do teor de citronelal do óleo essencial de procedências e raças locais de *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**. n. 56, p. 145-154, 1999.

ZAVALETA-MEJÍA, E.; R. O. GOMEZ. Effect of *Tagetes erecta* L. in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) intercropping on some tomato pests. **Fitopatologia**. v. 30. n. 1. p. 35-46. 1995.

CAPÍTULO I

Hospedabilidade de plantas ornamentais e medicinais a
***Meloidogyne incognita* raça 2**

RESUMO

A correta identificação de espécies e gêneros de nematóides que acometem uma determinada cultura é de grande importância para se formar um acervo de dados que serão úteis aos laboratórios de diagnose e controle desses patógenos. 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 informações sobre a hospedabilidade desse patógeno nessas espécies, objetivou-se nesse ensaio avaliar a susceptibilidade de 30 espécies, sendo 20 ornamentais (*Antirrhinum majus* L., *Gazania ringens* L., *Carthamus tinctorius* (L.) G. Don, *Bryophyllum cayicinum* L., *Ceasalpinia pulcherrima* (L.) Sw., *Thunbergia alata* L., *Petunia hybrida* Vilm., *Exacum affine* Balf. F., *Catharanthus roseus* L., *Opuntia* sp., *Sansevieria trifasciata* Laurentii, *Asparagus densiflorus* L., *Hibiscus mutabilis-roseus* L., *Impatiens balsamiana* L., *Celosia spicata* L., *Antirrhinum* sp., *Dianthus chinensis* L., *Zinnia elegans* L., *Tagetes patula* L., *Capsicum annuum* L.) e 10 medicinais (*Peumus boldus* Molina., *Ocimum gratissimum* L., *Mentha arvensis* L. var. *piperascens* Malinv. ex L. H. Bailey, *Mentha x Vilosa* Huds., *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng., *O. basilicum* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf, *Lippia alba* L., *C. winterianus* Jowit. O ensaio foi realizado em casa de vegetação, do Setor de Fitossanidade, CCA/UFC, no período de setembro de 2006 a junho de 2007. 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 destas variáveis classificou-se a reação ao nematóide por meio de cinco critérios. De posse dos resultados, verificou-se que das plantas ornamentais apenas a espécie *T. paulula* não apresentou galhas em seu sistema radicular. 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. Dessa forma, conclui-se que as plantas ornamentais podem contribuir para a introdução de nematóide das galhas em áreas indemes, exceto *T. patula*. Com relação às medicinais, observou-se comportamento distinto, havendo cinco espécies não-hospedeiras e as outras medianamente susceptíveis, com poucas galhas e, ou fêmeas isoladas em suas raízes.

Palavras-chave: Nematóide das galhas, plantas hospedeiras, reação a nematóides.

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 Ceará 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* L., *Gazania ringens* L., *Carthamus tinctorius* (L.) G. Don, *Bryophyllum cayicinum* L., *Ceasalpinia pulcherrima* (L.) Sw., *Thumbergia alata* L., *Petunia hibryda* Vilm., *Exacum affine* Balf. F., *Catharanthus roseus* L., *Opuntia* sp., *Sansevieria trifasciata* Laurentii, *Asparagus densiflorus* L., *Hibiscus mutabilis-roseus* L., *Impatiens balsamiana* L., *Celosia spicata* L. *Antirrhinum* sp., *Dianthus chinensis* L., *Zinnia elegans* L. , *Tagetes patula* L., *Capsicum annum* L.) and 10 medicinal (*Peumus boldus* Molina., *Ocimum gratissimum* L., *Mentha arvensis* L. var. *piperascens* Malinv. ex LH Bailey, *Mentha x Vilosa* Huds., *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng., *O. basilicum* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Cymbopogon citratus* (DC) Strapf, *Lippia alba* L., *C. winterianus* Jowit. The test was conducted in a greenhouse, the Setor de Fitossanidade/Departamento de Fitotecnia, CCA/UFC, in the period of September 2006 to June 2007. The inoculation was conducted with 4,000 eggs/J2 for vase. 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 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: Root-knot Nematode, host plants, reaction nematodes.

3.1. INTRODUÇÃO

O mercado de plantas ornamentais em seus vários seguimentos, tem crescido bastante nos últimos anos no Nordeste e, principalmente, no Estado do Ceará, em função das políticas governamentais de atração de investimentos, como os projetos Rosas do Ceará[®] e Flores do Ceará[®] (SABADIA *et al.*, 2006). Por outro lado, o uso de plantas medicinais pela população brasileira e mundial tem crescido bastante nos últimos anos, cerca de 30%, inclusive por indicação médica. Os fatores que mais têm contribuído para esse aumento são de cunho econômico e social. Em vista disso, a própria Organização Mundial de Saúde (OMS) tem incentivado a utilização desses produtos no tratamento de diversas doenças (ARAÚJO, 2000). 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 (SABADIA *et al.*, 2006; LAMAS, 2004).

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 (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, tais como, os fungos *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., os nematóides como *Meloidogyne* spp., *Pratylenchulus* spp. e bactérias como *Ralstonia* spp., entre outras (CHASE *et al.*, 1983; PITTA, 1995; COSTA *et al.*, 2005; OLIVEIRA & KUBO, 2006). A ocorrência desses agentes pode resultar em sérios prejuízos, e dependendo do tipo e intensidade das perdas, pode constituir-se em fator limitante para cultura.

Os nematóides, 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). Embora muitos nematóides desempenhem papel importante no ecossistema solo, e em muitos casos são utilizados como bioindicadores de sua qualidade, alguns subgrupos formam relações parasíticas com raízes de plantas, causando distúrbios nutricionais, deficiência na translocação de água e nutrientes e, conseqüentemente, diminuição no potencial produtivo (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2004).

No Brasil, os nematóides 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 nematóides, em razão do maior número de ciclos reprodutivos (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; PEDROSA *et al.*, 2000; SANTOS *et al.*, 2002; FREITAS *et al.*, 2004; WILCKEN *et al.*, 2004).

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

O conhecimento das espécies e da variabilidade inter e intra-específica 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 do nematóide.

O reconhecimento de espécies e gêneros de fitonematóides que atacam uma determinada cultura é de grande importância para se formar um acervo de dados que serão úteis nos laboratórios de diagnose e controle desses fitopatógenos (COSTA *et al.*, 2001).

A identificação e caracterização de fontes de resistência é aspecto importante quando se estuda a reação de determinadas espécies vegetais ou variedades quanto à infecção por nematóides. 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 nematóides e outros caracteres de interesse agrônômicos. Vale salientar ainda, que estes resultados são de extrema importância, principalmente, para estas espécies 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 nematóides que infestam raízes de plantas ornamentais e medicinais incluem *Meloidogyne* spp., *Pratylenchulus* spp., *Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis*, *Aphelenchoides* spp., dentre outros (CHASE *et al.*, 1983; PITTA, 1995; OLIVEIRA, 2006). Havendo, contudo, um predomínio de (34,38%) do gênero *Meloidogyne* (Maciel & Ferraz, 1996; Costa *et al.*, 2001), sendo que o grau de danos depende da susceptibilidade da espécie ou variedade, das condições ambientais, da presença de outros patógenos, que podem interagir com os nematóides, 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), desenvolveu-se este ensaio, o qual teve por objetivo avaliar o comportamento de 20 espécies de plantas ornamentais e 10 espécies medicinais quanto à reação ao nematóide das galhas, *Meloidogyne incognita* raça 2.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Local de período de realização do ensaio

Este ensaio experimental foi realizado em casa de vegetação pertencente ao Setor de Fitossanidade, do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, no período de setembro de 2006 a junho de 2007.

A temperatura da casa de vegetação foi monitorada durante o ensaio, com termômetro e apresentaram valores médios de 31 ± 5 °C, com picos de 35 °C entre 12 e 14 horas.

3.2.2. Substrato empregado no ensaio

O solo para esse ensaio foi peneirado em malha de arame com crivo de 4 mm e esterilizado em autoclave vertical por duas horas a 127°C e 1,5 atmosferas. A composição física e de fertilidade do solo está apresentada no Quadro 1.

Quadro 1. Análise física e de fertilidade do substrato utilizado no experimento com as plantas ornamentais e medicinais. Fortaleza - CE, UFC, 2007.

Composição granulométrica (g.Kg ⁻¹)							Classificação	
Areia grossa		Areia fina		Silte	Argila	Argila natural	textural	
410		470		70	40	10	Areia	
Complexo sortivo (cmol _c .Kg ⁻¹)							CE (dS/m)	
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	T		
7,30	2,40	0,26	0,46	1,49	0,0	11,9	0,66	
Avaliação								
Alto	Alto	Baixo	Médio	Bom	Ótimo	Bom	Bom	
Outros atributos								
C (g/Kg)	N (g/Kg)	C/N	M. O. (g/Kg)	P assimilável (mg/Kg)	V (%)	PST	pH	
27,24	2,80	10	46,96	111	88	2,0	6,9	
Avaliação								
Alto	Baixa	Alto	Alto	Alto	Alto	Normal	Acidez fraca	

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. Departamento de Ciências do Solo - CCA/UFC. (Análise 231/2007). Fortaleza-CE, UFC, 2007.

De acordo com os resultados apresentados na análise de solos, o substrato utilizado foi classificado como areia. Quanto à fertilidade, observa-se que para todos os atributos analisados se mostraram com valores satisfatórios e não limitantes do desenvolvimento das plantas (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).

3.2.3. Obtenção das mudas e plantio

As mudas utilizadas nesse ensaio foram, em parte (13 das 20 espécies ornamentais e 4 das 10 espécies medicinais), adquiridas junto ao viveiro de plantas ornamentais *Exotic Paisagismo*[®], as quais foram produzidas em vasos de plástico, tendo como substrato estéril composto de casca de arroz carbonizada. Foram adquiridas vinte unidades de cada espécie. Enquanto que as demais espécies utilizadas no ensaio foram produzidas no próprio Setor de Fitossanidade, em solo estéril.

As mudas adquiridas foram levadas à casa de vegetação e transplantadas, no final da tarde, para vasos plásticos com capacidade para 2,0 Kg, contendo solo estéril, cuja composição já foi mencionada. Depois de todas as mudas terem sido transplantadas, foi realizada uma irrigação abundante para minimizar o estresse do transplante e favorecer a pega das mudas.

3.2.4. Espécies vegetais utilizadas neste ensaio

a. Plantas ornamentais

As 20 espécies de plantas ornamentais utilizadas neste ensaio foram: alfinete (*Asparagus densiflorus* L.); amarelinha (*Thunbergia 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 annum* L.); tagetes (*Tagetes patula* L.); zinia (*Zinnia elegans* L.), Figuras 1 e 2.



Alfinete



Amarelinha



Balsamina



Boa-noite



Boca-de-leão



Borboleta



Cartamus



Cravina



Celósia



Courama



Exacum



Gazânia



Lança-de-São-Jorge



Mini-flamboyant



Palma



Papoula



Petúnia



Pimenta ornamental



Tagetes



Zínia

Figura 2. Plantas ornamentais utilizadas no ensaio. Parte II – oito espécies.

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* 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 solo estéril. O transplântio das mudas de tomate para os vasos definitivos ocorreu quando estas apresentavam duas folhas verdadeiras bem formadas, fazendo-se uma seleção para uniformizar o estande.

b. Plantas medicinais

As 10 espécies de plantas ornamentais 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). Figura 3.

O tomateiro cv. Santa Clara, como no caso anterior, foi utilizado como controle da qualidade do inóculo empregado no ensaio.



Alecrim



Alfavaca



Alfavaca cravo



Boldo do Chile



Capim citronela



Capim santo

Figura 3. Plantas medicinais utilizadas no ensaio. Parte I



Cidreira



Hortelã



Malva santa



Menta

Figura 4. Plantas medicinais utilizadas no ensaio. Parte II

3.2.5. Obtenção do inóculo (ovos e juvenis) de *Meloidogyne incognita* raça 2.

A partir de uma população monoespecífica, ou seja, obtida de uma única massa de ovos, identificou-se a espécie do nematóide como *Meloidogyne incognita*, com auxílio de microscópio estereoscópio observando-se as características da configuração perineal, conforme Hartman & Sasser (1985); Tihohod, (1993); Freitas *et al.* (2004) (Figura 1A). O padrão de esterase, com técnica desenvolvida conforme Carneiro & Almeida (2001), foi também empregado confirmando a identificação exata e segura do fitopatógeno (Figura 1B).

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 à raça 2.

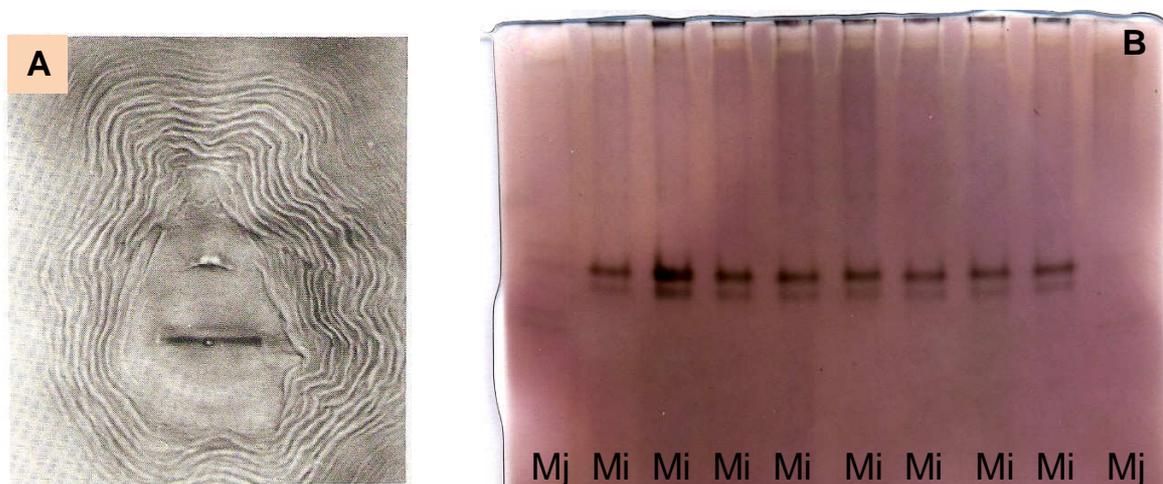


Figura 5. Em A - configuração perineal característica de *Meloidogyne incognita* (Fonte: Eisenback *et al.*, 1981); em B - gel de eletroforese com padrão de esterase para identificação de espécies de *Meloidogyne*. Observa-se que em todas as amostras têm-se as marcas centrais características (Mi) de *Meloidogyne incognita*, enquanto nas duas laterais estão os padrões (Mj), de *M. javanica*. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Mj = *Meloidogyne javanica* e Mi = *M. incognita*.

A população desse nematóide 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 & BARKER (1973), *apud* 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), *apud* 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.

3.2.6. Realização da inoculação dos ovos/J2

A inoculação dos ovos/J2 no solo foi realizada 24 horas após o transplante 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 comum a uma distância de 2 a 3 centímetros do colo de cada planta.

3.2.7. Avaliação final e variáveis analisadas.

A avaliação final do ensaio foi realizada 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 nematóides, 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 nematóide e do desenvolvimento da hospedeira. Ainda que muito utilizado até os dias de hoje, este sistema é bastante subjetivo, em razão disso, tem sofrido modificações conceituais. A avaliação dá-se conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Classificação da reação à meloidoginose, em função do desenvolvimento da hospedeira da reprodução do nematóide. (Dropkin & Nelson, 1960).

Desenvolvimento do nematóide	Desenvolvimento da hospedeira	
	Bom	Ruim
	Classificação da hospedeira	
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 nematóide; e

Pi = população inicial do nematóide (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 & Sasser (1978), modificado por Hadisoeganda & Sasser (1982), os critérios utilizados para se verificar o comportamento das espécies vegetais quanto à reação ao nematóide é realizada por meio da **susceptibilidade**, através do índice de massa de ovos (IMO); **sobrevivência 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 & Sasser (1978) quiseram, por meio desse critério, padronizar internacionalmente as avaliações de comportamento relativos a *Meloidogyne*. A avaliação fundamenta-se, assim, 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 & Sasser (1982), partindo desse índice numérico (escala) definido por Taylor & Sasser

(1978), elaboraram um índice de massas de ovos (IMO), correlacionado com a escala de Taylor & 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 & Sasser (1978) não tem uma correspondência por já ser 4,0 a nota máxima atribuída à susceptibilidade da planta por Hadisoeganda & Sasser (1982). Os resultados dessa classificação são apresentados na Tabela 3.

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

Número de massas de ovos ou de galhas	Índice numérico (Tayler & 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	Susceptível (S)
> 100	5	-	-

Fonte: Moura (1997) e Hadisoeganda & 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.

Finalmente, os autores Moura & Regis (1987) apresentaram um novo critério para avaliação de genótipos, o qual consideraram os aspectos parasitológicos e reprodutivos, ou seja, além de o patógeno parasitar e formar galhas, deve reproduzir-se. Por esse sistema, há a 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 nematóide, a redução no fator de reprodução (RFR), a qual é mensurada através da seguinte fórmula:

Redução do fator de reprodução (RFR) = $\frac{Frp - Frt}{Frp} \times 100$, onde: 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, é obtido por meio da fórmula: $FR = \frac{Pf - Pi}{Pi}$, em que: Pf = população final do nematóide e Pi = população inicial do nematóide. A classificação do comportamento das espécies vegetais, segundo Moura & Regis, recebe designação de imune a suscetível, conforme sua RFR. Esse critério encontra-se na Tabela 2.

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.: Para o nosso estudo considerou-se o tomateiro cv. Santa Clara como sendo o padrão de susceptibilidade.

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

3.2.8. Avaliação da população do nematóide remanescente no solo

Após a retirada das plantas ornamentais e medicinais de cada vaso (60 dias após a inoculação) foi então plantada, em cada vaso, uma muda de tomateiro cv. Santa Clara, com o intuito de se verificar a situação do solo em relação à população remanescente de nematóides. A avaliação do resultado desse ensaio foi realizado aos 45 dias após o transplante das mudas de tomateiro, empregando-se o mesmo procedimento para as plantas ornamentais e medicinais

A presença de nematóides nas raízes dos tomateiros deu-se através da mensuração do número de galhas (NG), número de ovos (NO). Para o cálculo do NO utilizou-se uma quantidade de 10 g de raízes, realizando-se cinco repetições de cada tomateiro plantado nos vasos de cada tratamento.

3.2.9. Delineamento experimental

O ensaio foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 12 repetições de cada espécie vegetal a serem inoculadas e 6 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 seis mudas em solo estéril (testemunha).

Os dados obtidos foram tabulados e calculados no programa Microsoft Office Excel 2007[®]. Os resultados foram apresentados na forma de tabelas.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 20 espécies ornamentais testadas, em metade (alfinete, boa-noite, boca-de-leão, borboleta, cartamus, courama, exacum, gazânia, lança-de-São Jorge, mini-flamboyant) não há registro, no Brasil, de serem hospedeiras de nematóides do gênero *Meloidogyne* (PONTE, 1977; MANSO *et al.*, 1994; TENENTE *et al.*, 2002).

Para as outras 10 espécies, cinco delas (celósia, balsamina, zínia, tagetes, papoula), 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 (cravina, amarelinha, palma e pimenta ornamental), os relatos de parasitismo por nematóide das galhas são apenas em nível de gênero (*Meloidogyne* spp.) (PONTE, 1977; MANSO *et al.*, 1994; TENENTE *et al.*, 2002).

Tendo-se por base os mesmos levantamentos bibliográficos, *supra* citados, das 10 espécies medicinais testadas, apenas para três (alfavaca cravo, cidreira e menta) há registro de serem hospedeiras de nematóides 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 encontram-se na Tabela 4.

Em análise da Tabela 4, pode-se constatar que de todas as ornamentais testadas apenas a tagetes não foi infectada pelo nematóide. Essa espécie é citada como antagonista para uso em manejo de solo infestado com *Meloidogyne*. A ação supressiva sobre fitonematóides é atribuída a presença de compostos nematicidas' α -terthienile 5-(3-buten-1-inil)-2,2'-bithienyl. A planta atua como armadilha, ou seja, o nematóide penetra, mas não consegue completar seu ciclo de parasitismo (FERRAZ & VALLE, 2001).

Tabela 4. Reação de espécies ornamentais e medicinais ao parasitismo de *M. incognita* raça 2. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Família	Nome científico	Nome comum	Reação ao nematóide*
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 annum</i>	Pimenta ornamental	+
Solanaceae	<i>Petunia hibryda</i>	Petúnia	+
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 bassilicum</i>	Manjeriçã	+
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	-
.....Testemunhas.....			
.....			
Solanaceae **	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Tomate	+
Solanaceae ***	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Tomate	-

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

Com relação às medicinais, verificou-se que cinco das espécies não foram hospedeiras do nematóide (hortelã japonesa, capim santo, capim citronela,

cidreira e boldo-do-Chile). Destas, a cidreira, conforme comentado, é única relatada como hospedeira desta espécie, mas, provavelmente, pela raça 1, 3 ou 4.

O tomateiro comportou-se de forma já esperada, com apresentação de numerosas galhas.

Partindo-se do pressuposto de que o ciclo de parasitismo do nematóide *M. incognita* inicia-se com a penetração de juvenis de segundo estágio (J2) nas raízes da planta e estende-se até a ovoposição, 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 nematóide. Assim, o tempo do ensaio de 60 dias, foi suficiente para permitir a análise segura dos resultados de infecção pelo nematóide, o que possibilitou a classificação do parasitismo, conforme se verificou nas demais espécies vegetais.

Na Tabela 5, estão expostos os dados referentes às variáveis: número de galhas (NG), número de ovos (NO), índice de massas de ovos (IMO), fator de reprodução (FR) e 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.

Em análise da Tabela 5, percebe-se que as plantas ornamentais lança-de-São-Jorge, cravina, tagetes e zínia apresentaram número de galhas igual ou inferior a 10.

Ao analisarmos os resultados baseados nos critérios de Sasser *et al.* (1984), *apud* Moura (1997), (coluna C¹), 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, cravina, lança-de-São-Jorge, tagetes e zínia. 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).

Observando os dados da Tabela 5 sob o critério de Seinhorst (1967), *apud* Moura (1997), (coluna C²), 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 nematóides.

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).

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 meio de cinco diferentes critérios. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Espécies estudadas	Variáveis e comportamento									
	NG	C ¹	NO	IMO	FR	RFR	C ²	C ³	C ⁴	C ⁵
<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>Zinia</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

C¹ = Comportamento segundo Sasser *et al.* (1984), sendo R = resistente; S = suscetível.

C² = Comportamento segundo Seinhorst (1967), sendo NH = não hospedeira; MH = má hospedeira; BH = boa hospedeira.

C³ = Comportamento segundo (Dropkin & Nelson, 1960), sendo R = resistente; S = suscetível; T = tolerante; I = intolerante.

C⁴ = Comportamento segundo Moura (1997), sendo I = imune; AR = altamente resistente; MR = moderadamente resistente; PR = pouco resistente; S = suscetível.

C⁵ = Taylor & Sasser (1978) modificado por Hadisoeganda & Sasser (1982), sendo AR = altamente resistente; MR = muito resistente; LR = levemente resistente; Lr = ligeiramente resistente e S = susceptível.

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.

Segundo os critérios de Dropkin & Nelson (1960), na coluna C³, em que é analisado tanto o desenvolvimento da hospedeira como o desenvolvimento do nematóide, 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.

Constatou-se, porém que houve dificuldade em se conceituar o comportamento das espécies em relação ao nematóide, em vista da subjetividade desse critério, principalmente sobre o desenvolvimento da planta. Observou-se que, apesar do número de galhas serem semelhante nas raízes de cartamus, gazânia e boca-de-leão (30, 33 e 34), respectivamente, o crescimento de cartamus e boca-de-leão foi bastante afetado, enquanto que as plantas de gazânia apresentavam vigoroso desenvolvimento, que as 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 C⁴, Tabela 5, com relação ao critério de Moura & Regis (1987), são ampliadas as possibilidades de avaliação da resistência ao nematóide 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 susceptíveis (S) exacum, petúnia e borboleta. Segundo esse critério, somente o tagetes apresentou-se imune (I), corroborando com dados da literatura.

Finalmente, pelos critérios de Taylor & Sasser (1978), modificados por Hadisoeganda & Sasser (1982) na coluna C⁵, 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 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 & Regis (1987) quanto por Taylor & Sasser (1978), este modificado por Hadisoeganda & Sasser (1982), pode-se observar que a classificação das espécies quanto à reação ao nematóide 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 nematóide das galhas, pois em muitos casos o nematóide 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 sua 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 a suscetibilidade da planta, pois podem não refletir a reprodução do nematóide (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 & Nelson, 1960), altamente resistente (AR) segundo Moura & Regis (1987) a muito resistente (MR) pelos critérios de Taylor & Sasser (1978) modificados por Hadisoeganda & 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 suscetível (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 & Nelson (1960), os quais avaliam o desenvolvimento da planta e do nematóide

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

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 um modo geral, a reação das espécies medicinais foi de maior nível de resistência que as plantas ornamentais.

De acordo com os critérios de Sasser *et al.* (1984) (coluna C¹), na Tabela 6, percebeu-se que das 10 espécies medicinais em estudo, cinco foram consideradas resistentes (hortelã, capim santo, capim citronela, cidreira e boldo-do-Chile) e cinco suscetíveis (menta, alecrim, malva santa, alfavaca e alfavaca cravo).

Este critério é muito restritivo, e isso, conforme já discutido, limita sua utilização na classificação de plantas quanto ao parasitismo de nematóides.

Utilizando-se dos critérios de Seinhorst (1967) (coluna C²), da Tabela 6, verificou-se que cinco espécies medicinais testadas são má hospedeiras do nematóide 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 meio de cinco diferentes critérios. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Espécies	Variáveis e comportamento									
	NG	C ¹	NO	IMO	FR	RFR	C ²	C ³	C ⁴	C ⁵
<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

C¹ = Comportamento segundo Sasser *et al.* (1984), sendo R = resistente; S = suscetível.

C² = Comportamento segundo Seinhorst (1967), sendo NH = não hospedeira; MH = má hospedeira; BH = boa hospedeira.

C³ = Comportamento segundo (Dropkin & Nelson, 1960), sendo R = resistente; S = suscetível; T = tolerante; I = intolerante.

C⁴ = Comportamento segundo Moura (1997), sendo I = imune; AR = altamente resistente; MR = moderadamente resistente; PR = pouco resistente; S = suscetível.

C⁵ = Taylor & 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 má hospedeiras pelos critérios de Seinhorst (1967), o que mais uma vez, ressalta a subjetividade dos autores.

Analisando-se a Tabela 6 na coluna C³, 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 nematóide.

Dentre as oito resistentes, segundo Dropkin e Nelson (1960), cinco estão classificadas também como resistentes pelo 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 do Sasser em razão de terem o NG de 78, 27 e 28, respectivamente, portanto superior a 10, o número máximo aceito por aquele autor.

Os critérios de Moura & Regis (1987) *apud* Moura (1997), apresentados na coluna C⁴, Tabela 6, ampliam as possibilidades de avaliação da resistência das espécies medicinais ao nematóide. Assim, têm-se cinco espécies imunes ao nematóide 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 (FR) de todas as espécies foi inferior a 1,0 e ao redução do fator de reprodução foi superior a 76%.

Finalmente, por meio dos critérios de Taylor & Sasser (1978) modificado por Hadisoeganda & Sasser (1982), na coluna C⁵, 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 IMO, 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. Contudo, 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 & Regis (1987) e altamente resistente (AR) pelo Hadisoeganda & 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 nematóides 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 & 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. Portanto, em função deste resultado, acredita-se que esta espécie

tenha alguma ação nematicida, o que provavelmente dificultou a infestação e sobrevivência desses fitopatógenos nas plantas.

Provavelmente a baixa reprodução dos nematóides nas espécies medicinais deva-se à presença de substâncias bioativas existentes nos exudados radiculares destas espécies, pois segundo Serafini *et al.* (2001) e 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 anti-séptico já comprovados e que poderiam desfavorecer a penetração e, ou o parasitismo do nematóide.

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 menta, alecrim e malva santa, que poderiam de fato, introduzir nematóide 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 nematóide. Nesse sentido, Hussey (1985) afirma que as secreções das glândulas esofagianas dos nematóides 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 nematóide. Contudo, o limitado desenvolvimento do nematóide 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 nematóide (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 dessa cultivar como multiplicadora e testemunha em experimentos.

Na Tabela 7, está exposta a reação das plantas de tomateiro cv. Santa Clara transferidas para os vasos após a retirada das plantas ornamentais e medicinais com relação à população remanescente do nematóide, além dos valores médios do número de galhas (NG) e do número de ovos (NO).

Com esses resultados (Tabela 7), observados após 45 dias do plantio do tomateiro, percebeu-se que houve a formação de galhas em todas as plantas da horta, em todos os vasos, mesmo naqueles onde foram retiradas as espécies classificadas como não hospedeiras dentre as plantas ornamentais (tagetes) e medicinais (hortelã, capim santo, capim citronela, cidreira e boldo-do-Chile).

Observa-se na Tabela 7 que o número de galhas formadas nas raízes do tomateiro cv. Santa Clara esteve entre 157 e 412 nos casos em que essa solanácea sucedeu a papoula, borboleta, balsamina, celósia, exacum e petúnia, espécies ornamentais que apresentavam o fator de reprodução (FR) > 0,9 (Tabela 5).

Nos tomateiros cultivados nos vasos após a retirada das demais 14 espécies ornamentais que apresentavam fator de reprodução (FR) < 0,4, o número máximo de galhas observadas foi 124. Esses dados sugerem que no solo onde cresceram as plantas ornamentais que se enquadraram em altamente resistentes (AR) e muito resistentes (MR), a densidade populacional de juvenis estava reduzida, o que confirma os baixos valores do FR observados naquelas ornamentais.

Nos tomateiros plantados em vasos após o cultivo dos tomateiros infectados (controle positivo) a quantidade de galhas quantificada foi de 489. Nessas plantas a quantidade média de ovos extraída das raízes foi de 19.482. Quantidades próximas a esta foram constatadas em raízes de tomateiros cultivados em solo após balsamina (16.497), petúnia (14.428), exacum (13.875) e celósia (10.276). Essas quatro ornamentais foram classificadas como boas hospedeiras e suscetíveis nas avaliações anteriores. A papoula e a borboleta, apesar de terem recebido igual classificação, tinham suas raízes com número de galhas e FR menores que as quatro espécies supra citadas.

Contudo, no solo onde foi cultivado o tagetes, espécie tida como não hospedeira nesse trabalho e citada como antagonista de *M. incognita*, as plantas de tomateiro ali cultivadas apresentaram poucas galhas (10 em média). Isso sugere que após os 60 dias do ensaio, somente alguns juvenis permaneciam viáveis no solo.

Em geral, o número de galhas nos tomateiros plantados nos vasos após as medicinais foi bem inferior àquele constatado para os tomateiros após as ornamentais, confirmando que as espécies medicinais aqui testadas são espécies de menor hospedabilidade para *M. incognita* raça 2.

Tabela 7. Valores médios do número de galhas (NG), número de ovos (NO) em mudas de tomateiro cv. Santa Clara após a retirada das plantas ornamentais e medicinais. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Ornamentais/medicinais	Variáveis observadas em raízes de tomateiro cv. Santa Clara após ornamentais e medicinais		
	NG	NO	Reação
Plantas ornamentais			
<i>Amarelinha</i>	73	1.825	+
<i>Celosia</i>	367	10.276	+
<i>Boa-noite</i>	98	2.646	+
<i>Carthamus</i>	46	1.564	+
<i>Gazania</i>	34	1.023	+
<i>Tagetes</i> *	10	327	+
<i>Zinia</i>	15	358	+
<i>Balsamina</i>	351	16.497	+
<i>Palma</i>	57	1.311	+
<i>Cravina</i>	45	1.621	+
<i>Courama</i>	51	1.581	+
<i>Lança-de-São-Jorge</i>	76	2.665	+
<i>Mini-flamboyant</i>	25	457	+
<i>Exacum</i>	375	13.875	+
<i>Alfinete</i>	124	3.968	+
<i>Papoula</i>	167	3.507	+
<i>Boca-de-leão</i>	108	4.428	+
<i>Borboleta</i>	251	8.283	+
<i>Pimenta ornamental</i>	74	2.250	+
<i>Petúnia</i>	412	14.428	+
Plantas medicinais			
<i>Alecrim</i>	21	307	+
<i>Hortelã</i> *	12	410	+
<i>Menta</i>	10	182	+
<i>Alfavaca</i>	31	431	+
<i>Alfavaca cravo</i>	25	234	+
<i>Malva santa</i>	57	2.358	+
<i>Boldo-do-Chile</i> *	16	418	+
<i>Capim santo</i> *	20	692	+
<i>Capim citronela</i> *	17	354	+
<i>Cidreira</i> *	9	342	+
Testemunhas			
<i>Tomateiro</i>	489	19.482	+
<i>Tomateiro</i>	-	-	-

* Espécies não hospedeiras

Galhas estavam presentes em raízes de tomateiro cultivado após hortelã, capim santo, capim citronela, cidreira e boldo-do-Chile, espécies constatadas como não hospedeiras a *M. incognita* raça 2. Este fato sugere que, apesar de não ocorrerem galhas e reprodução do nematóide nessas espécies, indivíduos do patógeno sobreviveram no solo. De acordo com Tihohod (1993), na ausência de hospedeiros, ocorre declínio na população de nematóides, porém muitas espécies são capazes de prolongar seu tempo de vida por meio do fenômeno da dormência, no qual o processo vital é reduzido para evitar gasto de energia. O período de sobrevivência está relacionado com as reservas alimentícias do nematóide. Nesse trabalho a sobrevivência da população remanescente em solo com plantas não hospedeiras durou 60 dias. O número médio máximo de galhas nas raízes, o que está relacionado com o número de J2 que nelas penetrou, foi de 20, o qual foi observado em tomateiros plantados em solo após o capim santo. O número médio mínimo de galhas foi de nove, observado em raízes de tomateiro plantado após a cidreira. Com isso, admite-se que hortelã, capim santo, capim citronela, cidreira e boldo-do-Chile são espécies que contribuem para uma significativa redução da população de nematóides no solo.

Ainda com base na análise da Tabela 7, constatou-se uma baixa formação de galhas e de produção de ovos nos tomateiros após as espécies medicinais menta (10), alecrim (21), alfavaca (25) e alfavaca cravo (31). Isso se deveu, provavelmente, à presença de poucas galhas ou de fêmeas isoladas com poucas massas de ovos constatadas nas raízes dessas medicinais (Tabela 5). O FR dessas espécies foi de 0,7 (menta) e de 0,2 (alecrim, alfavaca e alfavaca cravo) (Tabela 6), o que certamente contribuiu para uma reduzida população remanescente do nematóide no solo.

Para a malva santa, cujo FR foi 0,8, a quantidade de galhas observadas em tomateiros plantados após o seu cultivo foi de 57, maior número de galhas observado dentre todas as medicinais, sugerindo que a população remanescente ficou próxima à inicial, não contribuindo, portanto, para a redução significativa do patógeno numa área.

O fato de a maioria das espécies de plantas ornamentais e medicinais apresentarem-se assintomáticas quanto à infecção pelo nematóide 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 do mais, a maioria dessas 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 nematóide no solo cultivado.

3.4. CONCLUSÕES

Nas condições em que este experimento foi realizado concluiu-se que:

- As espécies tagetes, hortelã, capim santo, capim citronela, cidreira e boldo-do-Chile comportaram-se com não-hospedeiras a *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 nematóide;
- A reprodução do nematóide foi bastante elevada em exacum, petúnia, borboleta, celósia e papoula;
- 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 acentuados nas medicinais.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; COSTA, R. I.; UCHÔA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza. Universidade Federal do Ceará. 247p. 1993.

ARAÚJO, E. L. Produção de plantas medicinais para programas de fitoterapia em saúde pública no Brasil. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS AROMÁTICAS E CONDIMENTARES, 1., São Pedro, SP. **Palestras... Horticultura Brasileira**. Brasília: SOB/FCAV-UNESP, v.18, p.46-47, 2000. Suplemento.

CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas em nematóides das galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**. v. 25. n. 1. p. 35-44. 2001.

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

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

CHASE, A. R.; KAPLAN, O.; OSBORNE, L. S. Nematode pests of tropical foliage plants and leather leaf. **Agricultural Research Educational Centre**, Apopka, v. 32, n. 1, p. 83-85. 1983.

COLLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. State Nematology Research Salation. 77p. 1972.

COSTA, M. J. N.; OLIVEIRA, S.; COELHO, S. J.; V. P. CAMPOS, Nematóides em plantas ornamentais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 5, p. 1127-1132. 2001.

DESCHAMPS, C.; MACEDA, A.; MACHADO, M. P.; ZANATA, J. L. Nematóides associados a culturas de *Menta* sp. no estado no Pará. **Nematologia Brasileira**. v. 30, n. 3. p. 303-306. 2006.

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

EISENBACK, J. D.; HIRSCHMANN, H.; SASSER, J. N.; TRIANTAPHYLLOU, A. C. **A guide to the four most common species of rootknot nematodes (*Meloidogyne* species): with a pictorial key**. Raleigh: International *Meloidogyne* Project. 48p. 1981.

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

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. p. 107. 2003.

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

HADISOEGANDA, W. W.; SASSER, J. N. Resistance of tomato, bean, southern pea and garden pea cultivars to root-knot nematodes based on host suitability. **Plant Disease**. v. 66, n. 2. p. 145-149. 1982.

HARTMAN, K. M.; SASSER, J. N. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal patterns morphology. In: BARKER, K. R.; CARTER, C. C. e SASSER, J. N., (eds). *An advanced treatise on Meloidogyne*: Raleigh, NCSU e USAID **Coop. Pub.**, p. 69-77. 1985.

HUSSEY, R. S. Host-parasite relationships and associated physiological changes. In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C. (ed.) **An advanced treatise on Meloidogyne**. Raleigh: North Carolina State University Graphics. v. 1. p.143-154. 1985.

LAMAS, A. M. **Flores**: produção, pós-colheita e mercado. Fortaleza. Instituto Frutal. 109p. 2004.

LINS, S. R. O.; COELHO, R. S. B. Ocorrência de doenças em plantas ornamentais tropicais no Estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**. v. 29; n. 3, p. 332-335. 2004.

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

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, n. 2-3. 1996.

MANSO, E. C.; VILARDI TENENTE, R. C.; FERRAZ, L. C. B.; OLIVEIRA, R. S.; MESQUITA, R. **Catálogo de nematóides 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, 2002. 267p.

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 relação ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* (Nematoda: Heteroderidae). **Nematologia Brasileira**, v.10, p. 215-225. 1987.

OLIVEIRA, C. M. G. Nematóides parasitos de plantas ornamentais no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.31:S117-S118, 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, n.2, p.190-196, 2000.

PITTA, G. P. B. **Plantas ornamentais para exportação**: aspectos fitossanitários. MAPA, MDA. Programa de apoio a produção e exportação de frutas, hortaliças, flores e plantas ornamentais. Brasília: EMBRAPA - SPI. 50p. (série Publicações Técnicas FRUPEX).

PONTE, J. J. Nematóide 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.

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.

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.

SERAFINI, L. A.; CASSEL, E. Produção de óleos essenciais: uma alternativa para a agroindústria nacional. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L. **Biotecnologia na agricultura e na agroindústria**. Guaíba: Agroindústria, 2001. p.333-377.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Raleigh: North Caroline State Un. **Graphics**. 111p. 1978.

TIHOHOD, D. **Nematologia Agrícola Aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 372p.

VILARDI TENENTE, R. C.; GONZAGA, SANTOS.; MELO, L. A. M. P.; MUNHOZ TENENTE. **Bibliografia brasileira de nematóides**. Brasília. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.. v. 2, 400p. 2002. (Documento 76).

WILCKEN, S. R. S.; GARCIA, M. J. M.; SILVA, N. Reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 2 em diferentes cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.). **Arquivo Instituto Biológico**. v. 71. n. 3. p. 379-381. 2004.

CAPÍTULO II

Eclosão e mortalidade de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne incognita* raça 2 em óleos essenciais

RESUMO

O gênero *Meloidogyne* é sem dúvida, o mais importante, no que se refere à parte agrícola, como causador de doenças em diversas culturas. A busca por medidas de controle alternativo tem avançado muito, contudo, muitos produtos ainda devem ser testados, cientificamente, para validação como meio eficiente de controle de tais moléstias, eliminando-se o empirismo. Assim, este trabalho se propôs a estudar os óleos essenciais de seis espécies medicinais *Lippia sidoides* Cham., *Ocimum gratissimum* L., *Cymbopogon winterianus* Jowitt, *C. citratus* (D. C.) Strapf.), *Lippia alba* (Mill) e *Eucalyptus terenticornis* Sm. em sete concentrações (0; 0,3125; 0,0625; 1,25; 2,5; 5,0 e 10,0 ml.L⁻¹) na eclosão e mortalidade de juvenis do segundo estágio (J2) de *M. incognita* raça 2. Para tanto, conduziu-se um experimento em arranjo fatorial 6 x 7, disposto no delineamento inteiramente casualizado (DIC), totalizando 42 tratamentos com seis repetições de 60 ovos cada. O ensaio foi realizado no Laboratório de Fitopatologia, CCA/UFC, de setembro a dezembro de 2006. Para esse estudo, ovos foram extraídos de raízes infestados de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Santa Clara e incubados em placas de Petri de acrílico de 3,5 cm de diâmetro, as quais permaneceram por todo o tempo da avaliação em temperatura ambiente (27±3 °C). As avaliações iniciaram 24 horas após a montagem do ensaio, prolongando-se por 16 dias, com a contagem de J2 eclodidos e, ou mortos em intervalos de 48 horas. De acordo com os resultados observados, verificou-se que todos os óleos essenciais afetaram a eclosão ou a sobrevivência dos J2 nas concentrações de 5,0 e 10,0 ml.L⁻¹. Em diluições mais elevadas (< 1,25 ml.L⁻¹), contudo, apenas os óleos de alecrim pimenta e capim citronela apresentaram ação nematostática e nematicida, sendo, por esta razão, considerados mais promissores para serem utilizados em ensaios visando o controle desses fitoparasitos no solo.

Palavras-chave: controle alternativo, nematóide das galhas, plantas medicinais.

ABSTRACT

The *Meloidogyne* genus is undoubtedly the most important, as regards the agricultural part, as causing of diseases in the various cultures. The search for alternative control methods, has advanced greatly, however, many products yet to be tested, scientifically, to be validated as a means of efficient control of such diseases, eliminating up the empirical know. Thus, this work if proposed to study the essential oils of six medicinal species *Lippia sidoides* Cham., *Ocimum gratissimum* L., *Cymbopogon winterianus* Jowitt, *C. citratus* (DC) Strapf.), *L. alba* (Mill) and *Eucalyptus terenticornis* Sm. in seven concentrations (0, 0.3125, 0.0625, 1.25, 2.5, 5.0 and 10.0 ml.L⁻¹) in the hatching and mortality of juvenile of second stage (J2) of *M. Incognita* race 2. For in such a way, was conduced their experimental design in factorial arrangement 6 x 7, prepared in a completely randomized design, totaling 42 treatments with six replicates of 60 eggs each. The test was conducted in the Laboratório de Fitopatologia, CCA/UFC, in period of September to December 2006. For this study, eggs were extracted from roots of infested tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) 'Santa Clara' and incubated in Petri's plates, acrylic, 3.5 cm of diameter, which remained around the time of the evaluation at room temperature (27±3 °C). The evaluations began 24 hours after the assembly of the test, it is extending for 16 days, with the counting of J2 hatched or dead at intervals of 48 hours. According to the results observed, it appeared that all essential oils affect the hatching or the survival of J2 at concentrations of 5.0 and 10.0 ml.L⁻¹. In dilutions higher (<1.25 ml.L⁻¹), however, only the oils of *L. sidoides* and *C. winterianus* had presented nematostatical and nematocidal action, and, therefore, considered most promising for use in trials aimed at the control fitoparasitos those in the soil.

Keywords: alternative control, root-knot nematode, medicinal plants.

4.1. INTRODUÇÃO

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* Goeldi (1887), conhecidos como causadores de galhas, constituem um dos maiores grupos de parasitos de plantas. São considerados os mais importantes para a agricultura mundial, devido sua disseminação generalizada e por possuírem uma elevada gama de hospedeiras. Em regiões com clima tropical, a espécie *M. incognita*, a mais comum, encontra condições, como umidade e temperatura, ideais para reprodução (AGRIOS, 1997; GOMES, 2001; SILVA *et al.*, 2001). Tais fatores são agravantes no controle desses fitopatógenos, os quais, após terem se estabelecido em uma área são de erradicação muito difícil e, assim, exigem medidas drásticas que possibilitem a redução populacional para tornar viável o cultivo de determinadas culturas (MOURA, 1996; 1997; FREITAS *et al.*, 2004).

O controle de nematóides pode ser feito por diferentes estratégias, sendo os principais o físico, biológico e o químico. Os físicos e biológicos são, geralmente, os que demandam mais tempo e pessoal especializado; enquanto o químico é extremamente eficiente, em todos os aspectos, contudo, podem ser anti-econômicos, pois os nematicidas existentes no mercado são caros, o que compromete a utilização dessa medida de controle, principalmente, para culturas de menor valor econômico ou em pequenas áreas cultivadas (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2004).

Em vista disso, a busca de novas alternativas que acarretem menor impacto ao homem e ao meio ambiente, visando ao controle de fitonematóides, em substituição aos nematicidas convencionais, é, hoje, uma preocupação mundial (SILVA, 2006). Diversos produtos naturais, incluindo extratos de raiz, sementes, folhas, óleos essenciais obtidos de diferentes espécies vegetais, com propriedades nematicidas ou nematostáticas, têm sido isolados e caracterizados quimicamente e alguns têm alcançado promissores resultados para utilização na prática (GOMMERS, 1981).

Nesse contexto, os óleos essenciais representam uma ótima alternativa à proteção de plantas e são potencialmente úteis no manejo de doenças de plantas cultivadas, especialmente na agricultura orgânica, pois são importantes na defesa das plantas contra microorganismos e predadores (OKA *et al.*, 2000; BRASIL, 2003; SALGADO *et al.*, 2003).

Os óleos essenciais, de várias espécies vegetais, têm sido pesquisados no controle de fitopatógenos, sendo os fungos e as bactérias os patógenos em que os estudos são mais avançados, devido, principalmente, a importância agrícola destes fitopatógenos. Esses trabalhos visam fomentar, futuramente, o controle populacional destes patógenos, o que poderá beneficiar, principalmente, a agricultura orgânica (Brasil, 2003), na qual incide a proibição do uso de defensivos agrícolas sintéticos, tais como, antibacteriano (ESTANISLAU *et al.*, 2001), contra fungos pós-colheita (GADELHA *et al.*, 2003), atividade nematicida (OKA *et al.*, 2000; PANDEY *et al.*, 2000; OKA, 2001; PÉREZ *et al.*, 2003; BEZERRA *et al.*, 2004) e fungicida (MEDICE *et al.*, 2007).

Os óleos essenciais são compostos que apresentam aromas fortes, quase sempre agradáveis, comumente voláteis, extraídos das mais variadas partes vegetais por processos específicos nos quais são encontrados de forma combinada (CRAVEIRO *et al.*, 1981; MATOS *et al.*, 2004). Contudo, alguns estudos têm procurado obter respostas positivas, do ponto de vista agrícola, desses óleos no controle de nematóides, sejam como nematostáticos ou nematicidas (PANDEY *et al.*, 2000; OKA, 2001; SALGADO *et al.*, 2003; PÉREZ *et al.*, 2003; BEZERRA *et al.*, 2004).

Em estudo realizado com óleo essencial de *Capparis flexuosa* L., Gonçalves *et al.* (2000) observaram inibição significativa da eclosão de juvenis (J2) de *M. incognita*, na concentração de 1.000 ppm, apresentando atividade nematicida de 97,0%, em relação a testemunha.

Bauske *et al.*, (1994), conseguiram controlar, efetivamente, *M. incognita* em algodão, em casa de vegetação, quando aplicaram os óleos essenciais de *Cymbopogon* spp., *Litsea cubeba* L., *Pinus plaustris* Mill e *Prunus dulcis* (Mill) D. A. Webb na quantidade de 0,1 e 0,5 ml por quilograma de solo.

Freitas *et al.* (2000), estudando o controle *M. javanica* com óleos essenciais de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) e mostarda (*Brassica campestris* L.) em tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill.), em casa de vegetação conseguiram a redução no número de galhas e no número de ovos do patógeno na solanácea em estudo.

Em vista do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito *in vitro* dos óleos essenciais de seis espécies vegetais medicinais em sete concentrações na eclosão e mortalidade de juvenis (J2) de *M. incognita* raça 2, visando selecionar

as combinações mais promissoras para o controle do referido patógeno em ensaios posteriores, em casa de vegetação.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Local e data de realização do experimento

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia, do Setor de Fitossanidade, do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, no período de setembro a dezembro de 2006.

4.2.2. Obtenção do inóculo de *Meloidogyne incognita* raça 2

O inóculo foi obtido a partir de uma população monoespecífica de *M. incognita* raça 2 que se iniciou com a inoculação de uma massa de ovos para uma muda de tomateiro cv. Santa Clara. Partindo-se da multiplicação desse patógeno, manteve-se uma elevada quantidade de mudas de tomateiros infestadas com o patógeno para obtenção de inóculo para ensaios posteriores.

Os ovos, a serem empregados nos ensaios, foram extraídos de raízes galhadas de tomateiro cv. Santa Clara, infestados por *M. incognita* raça 2, pela técnica de Hussey & Barker (1973), *apud* Tihohod (1993). Para facilitar a visualização dos ovos extraídos nos testes subseqüentes, a suspensão obtida foi submetida ao método de Flotação e Centrifugação proposto por Jenkins (1964), acrescida de caolim (COOLEN & D'HERDE, 1972), *apud* Tihohod (1993). A contagem do número de ovos para a calibração da concentração foi realizada com o auxílio de câmara de Peters em microscópio estereoscópio.

4.2.3. Obtenção e preparo das concentrações dos óleos essenciais

Os óleos essenciais de alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.), alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.), capim citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt), capim santo (*Cymbopogon citratus* D.C. Strapf.), cidreira *Lippia alba* (Mill) e eucalipto (*Eucalyptus terenticornis* Sm.) foram adquiridos juntos ao Horto de Plantas Medicinais da Fazenda Experimental Vale do Curu (F.E.V.C.), em Pentecoste - CE, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. O procedimento para a extração dos óleos essenciais no referido Horto utiliza o arraste

a vapor, conforme metodologias descritas por CRAVEIRO *et al.* (1981) e ALENCAR (1984).

Os óleos essenciais, geralmente, apresentam diferentes viscosidades, sendo necessário solubilizá-los antes de sua utilização nas avaliações. Por esta razão, a obtenção de cada concentração foi feita, colocando-se em partes iguais óleo essencial e detergente Texapon N-40[®] (lauril éter sulfato de sódio), sendo esta a solução padrão. Feito isto, tirou-se uma alíquota para a preparação da maior concentração de 10 ml.L⁻¹, sendo as demais concentrações obtidas através da diluição em partes iguais da concentração anterior e água destilada, obtendo-se assim a concentração subsequente (5,0; 2,5; 1,25; 0,0625; 0,3125 ml.L⁻¹). A testemunha consistiu de ovos incubados em água destilada.

4.2.4. Avaliação da eclosão de J2 de *M. incognita* raça 2 nos óleos essenciais

Foram utilizadas placas de Petri de acrílico de 3,5 cm de diâmetro, como câmaras de eclosão, nas quais foram colocados 60 ovos de *M. incognita* raça 2, em 4,0 ml de cada concentração testada. As câmaras de eclosão (placas de Petri) foram postas em bandejas de polietileno forradas com papel de filtro umedecido e mantidas em temperatura ambiente, durante todo o período de realização do ensaio (16 dias).

A contagem dos J2 eclodidos iniciou-se 48 horas após a montagem do ensaio e prosseguiu até os 16 dias subsequentes de incubação, com intervalos de 48 horas entre avaliações. Nas avaliações foram observados os J2 eclodidos, em cada período de 48 horas com o auxílio de lupa estereoscópica, calibrando-se o foco de acordo com a necessidade. Então, contava-se o número de J2 eclodidos em cada intervalo. O valor final de eclosão foi obtido somando-se os J2 eclodidos nos 16 dias de observação. Os valores foram expressos em percentagem.

A análise da eclosão dos J2 de *M. incognita* foi feita por meio da área abaixo da curva de progresso da eclosão (AACPE), calculada pela equação proposta por Campbell & Madden (1990), *apud* SALGADO e CAMPOS (2003):

$$\text{AACPE} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Y_i + Y_{i+1}}{2} \times (T_{i+1} - T_i)$$

Os valores percentuais de J2 eclodidos foram aplicados na fórmula, considerando: Y_i = percentagem de eclosão na i -ésima avaliação; T_i = tempo em dias na i -ésima avaliação; n = número de avaliações. Desse modo obteve-se a AACPE = área abaixo da curva de progresso da eclosão.

4.2.5. Avaliação da mortalidade de J2 de *M. incognita* raça 2 nos óleos essenciais

A avaliação da mortalidade dos J2 deu-se concomitantemente às observações de eclosão dos J2, iniciando-se 48 horas após a montagem do ensaio e transcorrendo até completarem os 16 dias. Nas avaliações foram observados os J2 mortos, a cada período de 48 horas com o auxílio de lupa estereoscópica. Para a confirmação da mortalidade foram feitas lâminas com exemplares imóveis para observação em microscópio ótico. Então, contava-se o número de J2 mortos em cada intervalo.

O valor final de mortalidade no ensaio foi obtido somando-se os J2 mortos nos 16 dias de observação. Os valores foram expressos em percentagem.

4.2.6. Delineamento experimental

Para a realização deste ensaio, utilizou-se o esquema fatorial 6 x 7, sendo seis óleos essenciais: alfavaca, alecrim pimenta, capim santo, capim citronela cidreira e eucalipto e sete concentrações de óleo: 0; 0,3125; 0,0625; 1,25; 2,5; 5,0 e 10,0 ml.L⁻¹, dispostos no delineamento inteiramente casualizado, DIC, totalizando 42 tratamentos. Foram empregadas seis repetições por tratamento, utilizando-se uma placa de Petri de acrílico de 3,5 cm de diâmetro contendo 60 ovos, caracterizando assim a parcela experimental. Empregou-se como testemunha a incubação dos ovos em água destilada (0 ml de óleo).

Os dados obtidos nesse ensaio foram submetidos à verificação da homogeneidade das variâncias pelo teste de Hartlet, conforme BANZATO & KRONKA (1989) e NUNES (1998). Observada a normalidade dos dados, procedeu-se à análise de variância, a qual foi realizada no programa estatístico Assistat versão 7,4 *beta* (Silva *et al.*, 2007), sendo as variâncias comparadas pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. A comparação das médias entre os tratamentos com os óleos

essenciais fez-se pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. Já para os tratamentos de concentrações dos óleos essenciais, utilizou-se da análise de regressão para o ajuste do modelo mais apropriado para descrever tal fenômeno biológico.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estão expostos na Tabela 1, os dados sumarizados dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância a que foram submetidos os dados de eclosão de juvenis (J2), para as variáveis percentagem de eclosão, área abaixo da curva de progresso da eclosão (AACPE), e mortalidade de J2.

Pode-se observar que, todos os tratamentos mostraram-se significativos ($P \leq 0,01$) tanto para os efeitos principais como para a interação em relação à testemunha.

Tabela 1. Resumo dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância a que foram submetidos os dados de eclosão de J2 de *M. incognita* raça 2, em função da aplicação de sete concentrações de óleos essenciais de seis espécies medicinais. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Eclosão (%)	AACPE*	Mortalidade (%)
Óleos essenciais (A)	5	2343,48**	32189,77**	2146,35**
Concentrações (B)	6	16264,04**	42375,52**	13756,11**
A x B	30	563,80**	5328,97**	772,34**
Resíduo	210	9,91	131,53	39,90
C. V. (%)	-	18,4	30,9	7,6

* área abaixo da curva de progresso da eclosão.

** valor significativo a 1% pelo teste F.

A eclosão dos J2 que se encontravam em água destilada e nas baixas concentrações de óleo essencial, onde não houve efeito sobre a eclosão, concentrou-se nos seis primeiros dias após o início da incubação. Contudo, até o décimo dia após a montagem do ensaio, constatou-se a eclosão, mesmo em taxas muito baixas. Isto ocorreu, provavelmente, em razão da heterogeneidade de estágios de desenvolvimento dos ovos existentes nas massas de ovos. Assim, poderia haver ovos em estádios de pré-eclosão e outros ainda no início do desenvolvimento embrionário. Deste modo, em ovos com juvenis já completamente formados, estes conseguiram romper a cutícula do ovo e eclodir, pois suas reservas nutritivas o capacitavam a tal ação (CAMPOS *et al.*, 2006). A temperatura elevada (\geq

27 °C), constatada durante o período de realização do ensaio, pode também ter acelerado o processo de eclosão dos J2.

Na Tabela 2 estão expostos os valores médios percentuais de eclosão e mortalidade de juvenis J2 de *M. incognita* raça 2, submetidos aos tratamentos com os seis óleos essenciais nas sete concentrações.

Tabela 2. Valores médios percentuais de eclosão e mortalidade de juvenis (J2) em função da aplicação de sete concentrações de óleos essenciais de seis espécies medicinais. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Espécies testadas	Variáveis analisadas	Concentrações dos óleos essenciais (ml.L ⁻¹)						
		0	0,3125	0,625	1,25	2,5	5,0	10,0
<i>Alecrim</i>	Eclosão	85,0aA	28,0bC	0,0cC	0,0cC	0,0cB	0,0cA	0,0cA
<i>pimenta</i>	Mortalidade	22,0bA	100aA	-	-	-	-	-
<i>Capim</i>	Eclosão	81,0aA	0,0bD	0,0bC	0,0bC	0,0bA	0,0bA	0,0bA
<i>citronela</i>	Mortalidade	18,0aA	-	-	-	-	-	-
<i>Capim</i>	Eclosão	90,0aA	61,0bA	52,0bA	24,0cB	0,0dA	0,0dA	0,0dA
<i>santo</i>	Mortalidade	16,0cA	52,0bC	63,0bB	100aA	-	-	-
<i>Eucalipto</i>	Eclosão	82,0aA	72,0aA	58,0bA	44,0cA	12,0dA	0,0dA	0,0dA
	Mortalidade	15,0dA	43,0cC	41,0cC	54,0bB	100aA	-	-
<i>Alfavaca</i>	Eclosão	86,0aA	46,0aB	25,0cB	18,0dB	0,0dB	0,0dA	0,0dA
	Mortalidade	20,0cA	72,0bB	100aA	100aA	-	-	-
<i>Cidreira</i>	Eclosão	85,0aA	47,0bB	36,0bB	22,0cB	9,0dA	0,0dA	0,0dA
	Mortalidade	20,0cA	82,0bB	73,0bB	100aA	100aA	-	-

* médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$);

- mortalidade não registrada por não haver eclosão.

Na análise da Tabela 2, verifica-se que, para a variável percentagem de eclosão de J2, os valores em água foram bastante superiores (81 a 90%) aos observados nas seis concentrações de óleos empregadas. Assim, de 360 ovos que compunham a testemunha (água), num dos ensaios uma eclosão de 81% corresponde a 291 J2 eclodidos.

Em todas as concentrações estudadas houve redução da AACPE, sendo que estes valores alcançaram zero em todos os óleos essenciais estudados nas concentrações de 5,0 e 10,0 ml.L⁻¹. Isso demonstra que esses óleos podem possuir

substâncias tóxicas, e, ou nematostásticas, que nestas diluições afetaram os nematóides. Contudo, o mecanismo de ação dos óleos essenciais e seus constituintes ainda são desconhecidos (PANDEY *et al.*, 2000; OKA, 2001; PÉREZ *et al.*, 2003).

Gonçalves *et al.* (2000), estudando a ação do óleo essencial de *Capparis flexuosa*, sobre a eclosão de juvenis (J2) de *M. incognita*, na concentração de 1.000 ppm, observaram inibição significativa de 97,0%, em relação a testemunha, atribuindo ação nematicida para este óleo.

Pandey *et al.* (2000), estudando a mortalidade de juvenis J2 de *M. incognita*, em oito óleos essenciais em quatro concentrações (125, 250, 500 e 1000 ppm), verificaram que os óleos de *E. citrodora* e *O. basilicum* alcançaram 100% na concentração de 250 ppm, enquanto que os óleos de *C. martinii* e *E. hybrida* só obtiveram este valor de mortalidade na concentração de 1000 ppm. Nos demais óleos a mortalidade não ultrapassou 68%. Os autores reconhecem que estes óleos possuem compostos com atividade nematicida em sua constituição e sugerem estudos visando o isolamento e a identificação de tais compostos.

Assim, constataram-se, mais uma vez que os óleos essenciais são produtos eficazes no controle de nematóides. Isso se deve, provavelmente, ao fato destes serem formados por uma miscelânea de substâncias pertencentes a diversas classes químicas. Dessa forma, os efeitos combinados de tais compostos podem interferir no metabolismo do nematóide, desorganizando ou inibindo funções vitais, desde as fases iniciais do desenvolvimento embrionário, ainda dentro do ovo, até interferências nos mecanismos de movimentação, em razão da possível desestruturação dos sistemas nervoso, respiratório, entre outras causas (OKA *et al.*, 2000; SALGADO, 2001; SALGADO *et al.*, 2003).

Com relação à mortalidade dos juvenis, expostos na Tabela 2, observa-se que os todos os óleos essenciais testados foram eficientes, acarretando taxas de mortalidade variando de 41 a 100%. Nos óleos de capim santo, alfavaca e cidreira observou-se mortalidade de 100% na concentração de 1,25 ml.L⁻¹. No óleo de eucalipto, verificou-se as menores taxas de mortalidade nas concentrações menores que 1,25 ml.L⁻¹, mesmo quando a eclosão mostrou-se baixa. Para as concentrações acima de 2,5 ml.l⁻¹, em todos os óleos essenciais observou-se mortalidade de 100%.

Os valores de mortalidade de J2 em água foram bastante inferiores (15 a 22%) aos observados nas seis concentrações de óleos empregadas. Assim, de 360

ovos que compunham a testemunha (água), num dos tratamentos, houve uma eclosão de 81% (291 J2 eclodidos). Com uma mortalidade de apenas 18%, sobreviveram 139 J2 (Tabela 2). Tomando como exemplo o óleo essencial de cidreira na diluição 0,3125ml L⁻¹, em que a eclosão foi em média 47%, ou seja, 169 J2 eclodidos, sobreviveram apenas 31 J2, em razão de uma mortalidade de 82% (Tabela 2). Isso sugere uma ação tóxica do óleo sobre o juvenil de *Meloidogyne*.

Para a mortalidade de J2 (Ryan & Byrne, 1988), *apud* Salgado *et al.* (2003) comentam a existência da ação desses óleos na possível inibição da acetilcolinesterase, principalmente, em insetos. Para Oka (2001), o que pode acontecer é a ruptura das membranas celulares dos juvenis e a conseqüente alteração de sua permeabilidade, fato esse muito comum em fungos expostos a óleos essenciais.

Resultados diferentes foram observados por Salgado *et al.* (2003), que estudando a eclosão e mortalidade de juvenis J2 de *M. exigua* em óleos essenciais de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., *E. saligma* Smith, *E. urophylla* S.T. Blake, *Bixa orellana* L., *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle., *Xylopiã brasiliensis* Spreng e *Melia azedarach* L., não observaram inibição significativa da eclosão ($P \leq 0,01$). Os autores comentam da possibilidade das substâncias bioativas terem se volatilizado durante a realização do ensaio, pois as placas de Petri não eram fechadas. Assim, em nosso estudo, esta alta taxa de inibição da eclosão pode dever-se ao fato das placas de Petri permanecerem fechadas e sobre papel filtro umedecido, criando um microrclima, durante todo o ensaio, dificultando a volatilização dos compostos bioativos.

Gonçalves *et al.* (2001), estudando a atividade de óleos essenciais de *Egletes viscosa* L., *Pectis oligocephalla* Baker, *Philodendron hastatum* K. Koch & Sellow, *Pilocarpus microphyllus* Stapf, *Psidium guajava* L., *Psidium* sp. *Siparuna guianensis* Aubl., *Vanillosmopsis arbore* Baker e *Zanthoxylum* sp. sobre *M. incognita* *in vitro*, verificaram a ação tóxica desses óleos sobre os juvenis de segundo estágio, sem contudo, apresentar sugestões para tal comportamento.

Freire *et al.* (2003) conseguiram 100% de mortalidade de juvenis (J2) de *M. incognita*, após 24 horas de exposição dos mesmos aos óleos essenciais de três espécies de *Ocimum*, cujas concentrações não foram definidas no trabalho. Após perceberem a forte atividade nematicida dos óleos, os referidos autores procederam à identificação dos princípios ativos das espécies e verificaram que se tratavam, nos três

casos, do eugenol com percentuais superiores a 55%. A referida substância foi, por esta razão, considerada pelos autores como responsável pela ação nematicida do óleo.

Ao eugenol, é atribuída ação da inibição das atividades metabólicas em fungos e bactérias, ocasionando, com isso, redução na capacidade parasitária desses microrganismos (SALGADO, 2001; MATOS *et al.*, 2004). Possivelmente esse tipo de ação ocasiona resposta semelhante em nematóides.

Oka *et al.* (2000) atribuem ao eugenol, componente ativo majoritário presente no óleo essencial de alfavaca, o efeito nematicida sobre *M. incognita*, *M. exigua* e *M. javanica*, observando mortalidade de 78% dos juvenis.

Por outro lado, Oka *et al.* (2000) analisaram a atividade nematicida dos óleos essenciais de 27 espécies na concentração de $1.000 \mu\text{L}^{-1}$ em dois ensaios, analisando a imobilização e eclosão de juvenis, após a incubação em placas de Petri de 3,5 cm de diâmetro, por dois e sete dias, respectivamente. Os autores verificaram que os óleos essenciais de apenas 12 espécies mostraram-se efetivos na imobilização dos juvenis de *M. javanica*, a qual alcançou 100% nos óleos de *Carum carvi* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Mentha rotundifolia* (L.) Huds, *M. spicata* L. e *Origanum vulgare* L. (tipo C). Para a eclosão dos juvenis, os autores verificaram resultados semelhantes entre si, com relação aos óleos testados. Com isso, os autores concluíram que o efeito dos óleos foi nematicida e não nematostático.

Neste trabalho, vale salientar que, mesmo nas concentrações onde houve eclosão dos juvenis, verificou-se que a mortalidade deu-se também de forma expressiva para todas as concentrações estudadas, chegando a 100% em alguns casos (alecrim pimenta a $0,3125 \text{ ml.L}^{-1}$, capim santo a $1,25 \text{ ml.L}^{-1}$, alfavaca a $0,625$ e $1,25 \text{ ml.L}^{-1}$, e cidreira a $1,25 \text{ ml.L}^{-1}$).

Este fato indica que, mesmo quando as concentrações dos óleos não se mostraram efetivas na inibição da eclosão de J2, o fizeram através da morte dos juvenis eclodidos, por meio de alguma ação nematicida ainda desconhecida (OKA *et al.*, 2000; PANDEY *et al.*, 2000; SALGADO, 2001; PÉREZ *et al.*, 2003).

Na Tabela 3, estão expostos os valores médios referentes à área abaixo da curva de progresso da eclosão (AACPE) de juvenis (J2) de *M. incognita* raça 2, submetidos aos tratamentos com os seis óleos essenciais em sete concentrações.

Tabela 3. Valores médios da área abaixo da curva de progresso da eclosão (AACPE) de juvenis (J2) em função da aplicação de sete concentrações de óleos essenciais de seis espécies medicinais. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Espécies	Concentrações dos óleos essenciais						
	0,0**	0,3125	0,625	1,25	2,5	5,0	10,0
.....Área abaixo da curva de progresso da eclosão.....							
<i>Alecrim pimenta</i>	132,9aA	4,6bC	0,0cB	0,0cE	0,0cB	0,0cA	0,0cA
<i>Capim citronela</i>	121,5aA	0,0bD	0,0bB	0,0bE	0,0bB	0,0bA	0,0bA
<i>Capim santo</i>	131,9Aa	35,3bB	20cA	16,3cB	0,0dB	0,0dA	0,0dA
<i>Eucalipto</i>	125,6aA	26,5bB	21,3bA	11,1cC	7,3dB	0,0dA	0,0dA
<i>Alfavaca</i>	135,5aA	75,7bA	26,5cA	21,3cA	0,0cA	0,0dA	0,0dA
<i>Cidreira</i>	111,2aA	7,7bC	5,5bB	6,3bD	5,1cB	0,0cA	0,0cA

* Área abaixo da curva de progresso da eclosão.

** Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre se pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Pela análise da Tabela 3 verificou-se que a AACPE dos tratamentos que envolveram os óleos essenciais foi significativamente inferior (0,0 a 75) que a das testemunhas constituídas de água (111,02 a 135,50). A AACPE foi igual a zero para todos os óleos nas concentrações de 5,0 e de 10 ml.L⁻¹, para os óleos de capim santo e de alfavaca a até 2,5 ml.L⁻¹, para o óleo de alecrim pimenta até a diluição de 0,625 ml.L⁻¹ e para o óleo de capim citronela em todas as diluições preparadas. Percebe-se, portanto, nesta análise, a maior eficiência na inibição da eclosão de J2 nos óleos essenciais de alecrim pimenta e capim citronela.

Este resultado sugere que nestes óleos essenciais há presença de compostos com distintas atividades metabólicas sobre os juvenis de segundo estágio da espécie do nematóide estudada. Segundo Campos *et al.* (2001) e Salgado (2001) a presença de substâncias de diferentes grupos químicos em óleos essenciais podem efetivamente atuar sobre nematóides com ruptura de membranas ou afetando o sistema nervoso. Este tipo de ação poderia estar associado à ausência de eclosão e, ou na mortalidade dos juvenis ou serem catalisadoras de reação adversas aos nematóides, desde o início do desenvolvimento embrionário até a eclosão do J2, propriamente dita.

Na Figura 1, estão dispostas as curvas de progresso da eclosão dos juvenis de *M. incognita* raça 2, para os óleos essenciais de alecrim pimenta, capim santo, capim citronela, eucalipto, alfavaca e cidreira em sete concentrações.

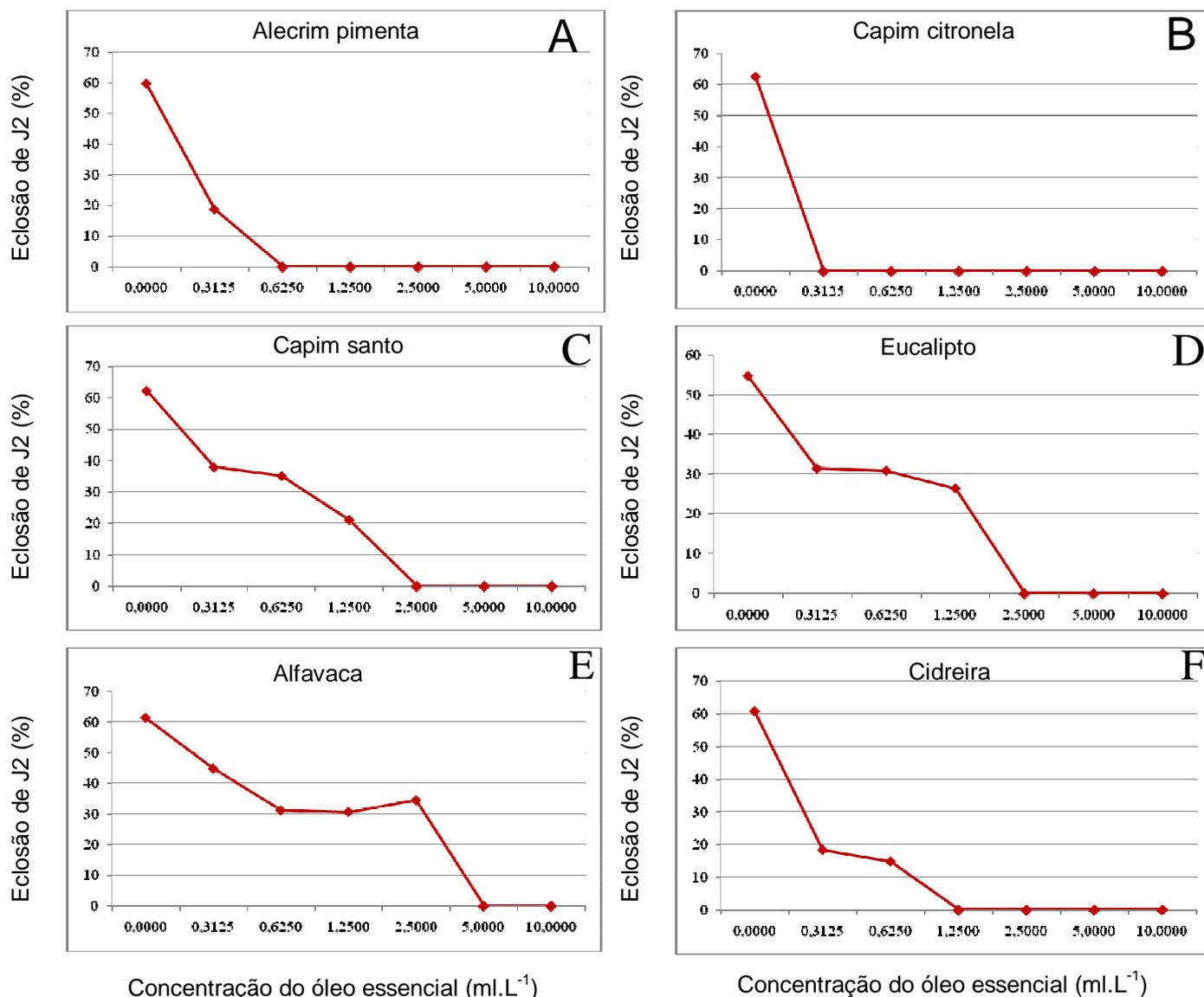


Figura 1. Curvas de progresso da eclosão de juvenis (J2) de *M. incognita*, raça 2, nos óleos essenciais de alfavaca (A), alecrim pimenta (B), capim santo (C), capim citronela (D), cidreira (E) e eucalipto (F) em função de sete concentrações (0; 0,3125; 0,625; 1,25; 2,5; 5,0 e 10,0 ml.L⁻¹). Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Para o óleo essencial de alecrim pimenta, Figura 1A, o efeito inibitório sobre a eclosão de J2 é bem pronunciado, havendo uma redução elevada já na concentração de 0,3125 ml.L⁻¹ e total a partir de 0,625 ml.L⁻¹.

Com relação à ação inibitória da eclosão de juvenis para o óleo essencial de capim citronela, Figura 1B, verifica-se uma ação nematostática e, ou nematicida muito forte, em que não houve eclosão de J2 em nenhuma das seis concentrações do óleo essencial.

Para o óleo essencial de capim santo, Figura 1C, observa-se um efeito inibitório quase linear, diretamente proporcional às concentrações de óleo essencial até $2,5 \text{ ml.L}^{-1}$, quando alcança a inibição total da eclosão.

Na análise da eclosão de J2 no óleo essencial de eucalipto, Figura 1D, percebe-se que houve uma inibição significativa nas três primeiras concentrações utilizadas, contudo, a inibição total da eclosão deu-se somente a partir da concentração de $2,5 \text{ ml.L}^{-1}$.

Percebe-se na Figura 1E, que há um efeito inibitório moderado do óleo essencial de alfavaca nas concentrações de $0,3125$ a $2,5 \text{ ml.L}^{-1}$, só ocorrendo a inibição total da eclosão a partir da concentração de $5,0 \text{ ml.L}^{-1}$.

Para o óleo essencial de cidreira, Figura 1F, a ação inibitória sobre a eclosão se deu a partir da concentração de $1,25 \text{ ml.L}^{-1}$, contudo, verifica-se uma redução drástica da eclosão para a concentração de $0,3125 \text{ ml.L}^{-1}$, mantendo-se quase inalterada para $0,625 \text{ ml.L}^{-1}$, e, a partir daí, a inibição é total.

Ressalta-se que estes resultados foram obtidos em ensaio *in vitro*, sob condições ideais, em que estavam diretamente em contato com os constituintes dos óleos essenciais e os ovos e juvenis de *M. incognita*. Portanto, não se pode inferir a partir destes resultados, prognósticos de que os óleos essenciais sejam eficazes para o controle de tal patógeno no solo, pois neste sistema, há a interação de muitos outros fatores, tais como: insolação, chuvas, microfauna do solo, textura do solo, níveis de matéria orgânica, temperatura, etc.

Portanto, ponderando-se os resultados obtidos nesse ensaio *in vitro* quanto ao efeito dos óleos essenciais na eclosão e na mortalidade de J2 de *M. incognita* raça 2, constatou-se que os óleos essenciais de alecrim pimenta e capim citronela são promissores e que há potencial de sua utilização no manejo integrado de nematóide das galhas, principalmente em pequenas áreas, como ocorre nos cultivos de plantas ornamentais, medicinais e olerícolas.

Todavia, ainda são necessários estudos adicionais para validar o uso destes produtos, tais como, concentrações ideais, formas de aplicação, custo, horários de aplicação, tipos de solos que proporcionem melhores resultados,

necessidade ou não de veículo para melhor ação do produto, etc, visando uma agricultura sustentável, evitando os efeitos deletérios ao homem, ao meio ambiente e a população de organismos benéficos do solo, provocados pelo uso indiscriminado dos defensivos agrícolas sintéticos.

4.4. CONCLUSÕES

Nas condições em que este ensaio foi realizado, pode-se concluir que:

- Todos os óleos essenciais testados foram eficazes na inibição da eclosão de J2 de *M. incognita* raça 2, nas concentrações de 5,0 e 10,0 ml.L⁻¹;
- Os óleos essenciais de alecrim pimenta e capim citronela foram os mais efetivos na inibição da eclosão de J2 de *M. incognita* raça 2, mesmo quando utilizado em baixas concentrações (0,3125 ml.L⁻¹);
- Na presença dos demais óleos essenciais, em qualquer concentração, a eclosão de J2 foi sempre seguida de uma mortalidade bastante expressiva dos juvenis.

4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4. ed. San Diego, California: Academic Press, 1997. 635p.

ALENCAR, J. W.; CRAVEIRO, A. A.; MATOS, F. J. A. Kovats index as a preselection routine in mass spectra searches of volatiles. **Journal of Natural Products**, n.47, p.890-892, 1984.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP. 1989. 247p.

BAUSKE, E. M.; KABANA, R. R.; ESTAÚN, V.; KLOEPPER, J. W.; ROBERTSON, D. G.; WEAVER, C. F.; KING, P. S. Management of *Meloidogyne incognita* on cotton by use of botanical aromatic compounds. **Nematropica**. v. 24. n. 2. p. 143-150. 1994.

BEZERRA, J. N. S.; LOPES, E. L.; NASCIMENTO, R. R. G.; LOBATO, F. A. O.; SOUSA, A. H.; ANDRADE NETO, M.; OLIVEIRA, M. C. F. Atividade Nematicida de *Petiveria alliaceae* (Phytolacaceae). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 29. **Resumos....** 2004.

BRASIL. Constituição Federal. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. (**Lei dos Orgânicos**). 2003.

CAMPOS, V. P.; CAMPOS, J. R.; SILVA, L. H. C. P.; DUTRA, M. R. Manejo de nematóides em hortaliças. In: SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, J. R.; NOJOSA, G. B. A. (Eds.) Manejo integrado de doenças e pragas em hortaliças. Lavras:UFLA. p. 125-158. 2001.

CAMPOS, H. D.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A. Efeito do tempo e da temperatura de incubação de juvenis do segundo estágio (J2) no teor de lipídio corporal e no parasitismo de *Meloidogyne javanica* em soja. **Fitopatologia Brasileira**. v. 31, n. 4, jul-ago, 2006.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. State Agricultural Research Centre. Ghent. 77p. 1972.

CRAVEIRO, A. C.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; MACHADO, M. I. L. **Óleos essenciais de plantas do nordeste**. Fortaleza. 1981. 210p.

ESTANISLAU, A. A.; BARROS, F. A. S.; PEÑA, A. P.; SANTOS, S. C.; FERRI, P. H.; PAULA, J. R. Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de cinco espécies de *Eucalyptus* spp. cultivadas em Goiás. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 11. n. 2. p. 95-100. 2001.

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Viçosa: UFV, 84p. 2004. (cadernos didáticos, 58, ciências agrárias).

FREITAS, L. G.; MARRA, B.; NEVES, S.; DIAS, R. C. Controle de *Meloidogyne javanica* com aplicação de óleos essenciais de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) e mostarda (*Brassica campestris*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 33. Belém, **Resumos...** Belém: Fitopatologia Brasileira. v. 25. p. 336. agosto/2000. (Suplemento).

GADELHA, J. C.; INNECCO, R.; ALCANFOR, D. C.; MATTOS, S. H.; MEDEIROS FILHO, S.; VIEIRA, A. V. Defensivos naturais no tratamento pós-colheita do pedúnculo de melão. **Revista Ciência Agronômica**. v. 34. n. 1. p. 5-11. 2003.

GOMES, C. B. Problemas causados por nematóides em fruteiras de clima temperado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 23., 2001, Marília, SP. **Anais...** Garça: 2001. p.45-51.

GOMMERS, F. J. Biochemical interactions between nematodes and plants their relevance to control. *Helminthological Abstracts, Series B, Plant Nematology*. v. 50. p. 9-24. 1981.

GONÇALVES, F. J. T.; FREIRE, F. C. O.; ANDRADE NETO, M. Atividade antagonista do óleo essencial dos frutos de *Capparis flexuosa* em ovos de juvenis de *Meloidogyne incognita*. In: Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais, 1. COBRADAN. Fortaleza. 2000. **Anais...** Fortaleza: Ceará. v. 1. p. 35. 2000.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease Reporter**, Minnesota – USA, v. 57, p. 1025-1028, 1973.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Maryland - USA, v. 48, n. 9, p.692. Sep., 1964.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides de plantas cultivadas**. 9ª ed. São Paulo. Nobel. 1992. 356p.

MATOS, F. J. A.; SOUSA, M. P.; MATOS, M. E. O.; MACHADO, M. I. L.; CRAVEIRO, A. A. **Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de plantas medicinais brasileiras**. Editora UFC. 2ª Ed. Fortaleza. 2004. 448p.

MEDICE, R.; ALVES, E.; ASSIS, R. T.; MAGNO JÚNIOR, R. G.; LOPES, E. A. G. L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 31. n. 1. p. 83-90. 2007.

MOURA, R. M. **O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose**. Parte I. In: Revisão Anual de Proteção de Plantas. v. 4, p. 209-245. 1996.

MOURA, R. M. **O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose**. Parte II. In: Revisão Anual de Proteção de Plantas. v. 5, p. 281-315. 1997.

NUNES, R. P. **Métodos para a pesquisa agrônômica**. Fortaleza: UFC, 1998. 540p.

OKA, Y.; NACAR, S.; PUTIEVSKY, E.; RAVID, U.; YANIV, Z.; SPIEGEL, YITZHAK. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. **Nematology**, v. 90, n. 7. p. 710-715, 2000.

OKA, Y. Nematicidal activity of essential oil components against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. **Nematology**. v. 3. n. 2. p. 159-164. 2001.

PANDEY, R.; KARLA, A.; TANDON, S.; MEHROTRA, N.; SINGH, H. N.; KUMAR, S. essential oils as potent sources of nematicidal compounds. **Journal of Phitopathology**. 148. p. 501-502. 2000.

PÉREZ, M. P.; NAVAS-CORTÉS, J. A.; PASCUAL-VILLALOBOS, M. J.; CASTILLO, P. Nematicidal activity of essential oils and organic amendments from Asteraceae against root-knot nematodes. **Plant Pathology**. n. 52. p. 395-401. 2003.

SALGADO, S. M. L.; CAMPOS, V. P.; CARDOSO, M. G.; SALGADO, A. P. S. Eclosão e mortalidade de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne exigua* em óleos essenciais. **Nematologia Brasileira**. v. 27. n. 1. p. 17-22. 2003.

SALGADO, S. M. L.; CAMPOS, V. P. Eclosão e mortalidade de *Meloidogyne exigua* em extratos e em produtos naturais. **Fitopatologia Brasileira**. v. 28. n. 2. p. 166-170. 2003.

SALGADO, S. M. L. **Produtos naturais no controle de fitonematóides**. 120p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG. 2001.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p. 393-396. Disponível em: <http://assistat.sites.uol.com.br>. Acesso: março de 2007.

SILVA, J. F. V (organizador). FERRAZ, L. C. C. B.; ASMUS, G. L.; CARNEIRO, R. G.; MAZAFERRA, P.; SILVA, J. F. V. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina: Embrapa soja. Sociedade Brasileira de Nematologia. 127p. 2001.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 372p.

CAPÍTULO III

Potencial nematicida dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus* e *Lippia sidoides* em *Meloidogyne incognita* raça 2 em solo

RESUMO

A ação de produtos naturais sobre fitopatógenos tem sido investigada visando-se avaliar sua eficácia no controle alternativo de doenças, principalmente na agricultura orgânica. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito dos óleos essenciais de alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) e capim citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) no controle de *M. incognita* raça 2, em tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill e celósia (*Celosia plicata* L.). Para tanto, conduziu-se um ensaio em esquema fatorial 6 x 2, com cinco repetições cada. O ensaio foi realizado em casa de vegetação do Setor de Fitossanidade do Departamento de Fitotecnia/CCA/UFC, no período de abril a junho de 2007. As mudas utilizadas neste ensaio foram transplantadas para vasos de plástico contendo 2 Kg de solo estéril, nos quais, 24 horas após o transplante, foram inoculados com 4.000 ovos/J2 de *M. incognita*, raça 2, exceto as testemunhas negativas. Em metade dos vasos, aplicou-se, logo em seguida, 100 ml das soluções de cada óleo essencial em cada vaso na concentração de 2,5 ml.L⁻¹. Esperaram-se mais 48 horas para aplicação da mesma quantidade nos vasos restantes. Este volume corresponde a 60% da capacidade de campo desse substrato, que foi previamente calculada. A avaliação final do ensaio deu-se aos 45 dias após a inoculação. Analisou-se em relação ao nematóide: número de galhas (NG), número de ovos (NO), índice de massas de ovos (IMO) fator de reprodução (FR), redução no fator de reprodução (RFR). Quanto ao desenvolvimento das plantas mensurou-se: altura da planta, peso fresco e seco da parte aérea e peso fresco do sistema radicular. De posse dos resultados, verificou-se que a reprodução do nematóide, mostrou-se menos eficiente em tomate. Os óleos essenciais empregados reduziram a taxa reprodutiva do nematóide em 83 e 29%, em tomate e celósia, respectivamente. As épocas de aplicação dos óleos essenciais diferiram quanto à reprodução do nematóide, para número de galhas e fator de reprodução. As plantas de celósia, mesmo apresentando maiores taxas reprodutivas do nematóide, apresentaram-se vigorosas.

Palavras chave: controle, agricultura orgânica, *Meloidogyne incognita*, raça 2.

ABSTRACT

The action of natural products on plant parasitic has been investigated aiming at itself to evaluate their effectiveness in alternative control of diseases, mainly in organic agriculture. The aim of this work was to evaluate the effect of essential oils of *Lippia sidoides* Cham. and *Cymbopogon winterianus* Jowitt in the control of *M. Incognita* race 2, in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and celosia (*Celosia Plicata* L.). For in such a way, was conducted the experimental design in factorial arrangement on 6 x 2, with five replicates each. The test was conducted in a greenhouse, of Setor of Fitossanidade, of Departamento of Fitotecnia/CCA/UFC, in the period April to June 2007. The seedlings used in this test were transplanted into plastic pots containing 2 kg of sterile soil, in which, 24 hours after transplanting, were inoculated with 4000 eggs/J2 of *M. incognita*, race 2, except negative witnesses. In half of the vases, it was applied, immediately afterwards, 100 ml of the solutions of each essential oil in each vase in the concentration of 2.5-ml.L⁻¹. 48 hours after, application of the same amount in vases remaining. This volume corresponds to 60% of field capacity of this substrate, which was previously calculated. The final evaluation of the test has been at 45 days after inoculation. Analyzed, in relation nematode: number of galls (NG), number of eggs (NE), masses of eggs index (MEI) reproduction factor (RF), reduction in the reproduction factor (RRF). Regarding the development of the plants it was measure: height of the plant, fresh and dry weight of shoots and fresh weight of the root system. Of ownership of the results, it was verified that the reproduction of the nematode, revealed to be less efficient in tomato. Essential oils employees reduced the reproductive rate of the nematode in 83 and 29% in tomato and celosia respectively. The times of application of essential oils differed as to the reproduction of the nematode, for a number of galls and reproduction factor. Plants of celosia, even showing higher rates reproductive the nematode, showed up vigorous.

Key words: control, organic agricultural, *Meloidogyne incognita* race 2.

5.1. INTRODUÇÃO

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* Goeldi (1887) representam os organismos mais evoluídos quanto ao parasitismo de raízes de plantas sendo considerados como um dos principais limitantes da produtividade agrícola. Isso decorre da grande capacidade de adaptação de tais fitoparasitas, em razão de possuírem uma elevada gama de hospedeiros alternativos (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; MOURA, 1996; BARKER, 2003; FREITAS *et al.*, 2004).

Estes fitopatógenos do solo prejudicam as plantas devido à sua ação parasítica sobre as raízes, que, por sua vez, alteram a absorção e a translocação de nutrientes, prejudicando a fisiologia e a nutrição da planta, causando sinais de enfraquecimento, amarelecimento, e, conseqüentemente, desfolhamento precoce, podendo, inclusive, causar a morte da planta (SASSER & CARTER, 1985; LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993; FREITAS *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2001;).

Em regiões de clima tropical, as espécies de *Meloidogyne* spp. encontram condições, principalmente, umidade e temperatura, ideais para reprodução. Tais fatores são agravantes para o controle desses fitopatógenos, os quais, após o estabelecimento em uma área são de difícil erradicação e, portanto, exigem medidas que possibilitem a redução populacional para tornar viável o cultivo de determinadas culturas (FREITAS *et al.*, 2001; LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993).

O controle dos nematóides das galhas tem sido feito através do uso de diversas táticas, tais como química, física, biológica, mecânica, cultural, etc. (CAMPOS *et al.*, 2001). Medidas de controle utilizando plantas resistentes, rotação de culturas com espécies não hospedeiras e o uso de adubos verdes com plantas de efeito antagônico ao nematóide, podem contribuir para a diminuição das populações destes organismos, favorecendo o desenvolvimento das plantas e a produtividade das culturas (COSTA e FERRAZ, 1990; DIAS *et al.*, 1999; FERRAZ e FREITAS, 2006). Contudo, estas práticas, muitas vezes, não são utilizadas pelos agricultores, por não apresentarem efeito imediato ou por não darem o retorno econômico equivalente.

Em razão, principalmente, do uso indiscriminado e irresponsável dos agrotóxicos, em geral, têm existido pressões por parte da sociedade para que o uso desses produtos seja cada vez mais restrito (BRASIL, 2003; SILVA, 2006). Em vista disso, muitas alternativas de controle têm sido estudadas no sentido de subsidiar os

agricultores no manejo seguro de suas lavouras. Dentre as alternativas estudadas, o efeito de extratos botânicos (Dias *et al.*, 2000; Amaral *et al.*, 2002), exsudados vegetais (Rocha e Campos, 2004) e óleos essenciais (Pandey *et al.*, 2000; Oka *et al.*, 2000; Oka, 2001; Pérez *et al.*, 2003; Lopes *et al.*, 2005), têm sido freqüentemente relatado no controle de fitonematóides.

Segundo Quarles (1992), as quatro principais vantagens dos produtos alternativos sobre defensivos sintéticos são: **a.** os compostos utilizados contra as pragas ainda não podem ser inativados pelos patógenos; **b.** apresentam menor concentração de compostos residuais tóxicos ao homem e ao ambiente; **c.** apresentam biodegradação rápida e possuem múltiplos modos de ação, tornando-os possíveis de utilização em amplo espectro e ainda mantêm uma ação seletiva dentro de cada classe de praga; **d.** são derivados de recursos renováveis, diferentemente dos defensivos agrícolas de síntese.

Os óleos essenciais são potencialmente úteis no manejo de doenças de plantas cultivadas, especialmente na agricultura orgânica, representando uma alternativa a mais na proteção das lavouras (BRASIL, 2003; SALGADO *et al.*, 2003; SILVA, 2006). O efeito dos óleos essenciais sobre a eclosão e o desenvolvimento de fitonematóides têm sido comprovado por vários pesquisadores (PANDEY *et al.*, 2000; OKA *et al.*, 2000; OKA, 2001; SALGADO 2001; PÉREZ *et al.*, 2003).

Acrescenta-se a isso o fato de os óleos essenciais possuírem princípios ativos que podem ser úteis na obtenção de compostos tóxicos a nematóides, uma vez que potenciais atividades biológicas que têm sido observadas em alguns constituintes, os quais são de grande interesse para a indústria de defensivos agrícolas. Contudo, o controle de fitonematóides por tal método ainda é incipiente, embora esses produtos sejam seguros ao homem e ao ambiente (SALGADO, 2001).

Estes óleos essenciais podem ser definidos como sendo os elementos voláteis, de aroma agradável, contidos em vários órgãos da planta (Craveiro *et al.*, 1981; Matos *et al.*, 1997; Simões *et al.*, 2003; Matos *et al.*, 2004) os quais possuem um número elevado de componentes individuais pertencentes a diferentes classes de grupos funcionais sintetizados no metabolismo secundário das plantas, sendo a principal classe os terpenos e sesquiterpenos (CRAVEIRO *et al.*, 1981; SIMÕES *et al.*, 2003; MATOS *et al.*, 2004).

Em estudo realizado com óleo essencial de *Capparis flexuosa* L., Gonçalves *et al.* (2000) observaram inibição significativa da eclosão de juvenis (J2)

de *M. incognita*, na concentração de 1.000 ppm, apresentando atividade nematicida de 97,0%, em relação a testemunha.

Pérez *et al.* (2003) estudando a atividade nematicida de óleos essenciais de várias partes (flores, folhas, raízes e sementes) das plantas de *Chrysanthemum coronarium* L. e *Calendula officinalis* L., *C. marítima* Guss. e *C. suffruticosa* Vahl. nas concentrações de 10, 20, 30 e 40 µL por 500 cm³ de solo sobre a espécie *M. artiellia*, verificaram elevada redução na reprodução do nematóide. Para o desenvolvimento das plantas, os autores não verificaram diferenças entre os tratamentos para a variável altura da planta, evidenciando a ação benéfica dos óleos essenciais.

Os compostos presentes nos óleos essenciais podem atuar diretamente sobre o patógeno ou serem indutores de resistência, envolvendo a ativação de mecanismos de defesa latentes existentes nas plantas (SCHAWN-ESTRADA *et al.*, 2003). Contudo, o mecanismo nematicida dos óleos essenciais e seus constituintes ainda não estão esclarecidos (OKA, 2001).

Muitos testes utilizando óleos essenciais e extratos de plantas medicinais estão sendo realizados no controle dos mais diferentes fitopatógenos. No entanto, até o presente momento, os estudos utilizando compostos extraídos de plantas medicinais têm sido realizados, praticamente, apenas *in vitro*, sendo necessários estudos em condições de campo (SCHAWN-ESTRADA *et al.*, 2003).

Em vista disso, este ensaio teve por objetivo avaliar o potencial nematicida dos óleos essenciais de alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) e capim citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) em solo, em razão de resultados promissores *in vitro*, como alternativa para o controle do nematóide das galhas, *M. incognita* raça 2.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. Local e período de realização do ensaio

Este ensaio foi realizado em casa de vegetação pertencente ao Setor de Fitossanidade, do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, no período de abril a junho de 2007.

A temperatura da casa de vegetação foi monitorada durante o ensaio, com termômetro e apresentou valores médios de 31 ± 4 °C, respectivamente, com picos de 35 °C entre 12 e 14 horas.

5.2.2. Substrato empregado neste ensaio

O solo para esse ensaio constava de um substrato preparado com solo e esterco de gado curtido na proporção 3:1 (v/v), peneirado em de malha de arame com crivo de 4 mm. Todo o substrato foi esterilizado em autoclave vertical por duas horas a 127°C e 1,5 atmosferas. A composição física e de fertilidade do solo já foi mencionado no Quadro 1, do capítulo I deste trabalho.

5.2.3. Obtenção e plantio das mudas

As mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Santa Clara e da planta ornamental celósia (*Celosia plicata* L.) utilizadas para esse ensaio foram produzidas na própria casa de vegetação, do Setor de Fitossanidade, na quantidade de cinquenta plantas, das quais foram selecionadas 35 de cada espécie, com base na uniformidade das mesmas. Estas espécies vegetais foram selecionadas para este ensaio em razão de sua suscetibilidade ao patógeno.

Quando as mudas apresentavam duas folhas definitivas foram transplantadas, no final da tarde, para vasos plásticos de 2 Kg de capacidade contendo substrato estéril. Depois de todas as mudas terem sido transplantadas, foi realizada uma irrigação abundante para minimizar o estresse do transplântio.

5.2.4. Obtenção do inóculo de *Meloidogyne incognita* raça 2

A partir de uma cultura monoespecífica de *Meloidogyne incognita* raça 2, multiplicou-se o patógeno em tomateiros cv. Santa Clara, em casa de vegetação, para emprego como fonte de inóculo.

Os ovos e juvenis (J2), a serem usados como inóculo, foram extraídos de raízes galhadas de tomateiro cv. Santa Clara, pela técnica de Hussey e Barker (1973). Para facilitar a visualização e contagem dos ovos nos testes subseqüentes, a suspensão obtida foi submetida ao método de Flotação e Centrifugação proposto por Jenkins (1964), empregando-se caolim na proporção de 1:10 (v/v) (COOLEN & D'HERDE, 1972) *apud* Tihohod (1993). A contagem do número de ovos foi realizada com o auxílio de câmara de Peters e de um microscópio estereoscópio.

A inoculação dos ovos e J2 do nematóide no solo foi realizada 24 horas após o transplântio das mudas de tomate e celósia, com um pequeno volume de suspensão de forma a se distribuir, igualmente, 4.000 ovos/juvenis por planta. A suspensão foi vertida em três orifícios de profundidade de 1,0 cm feitos com lápis comum a uma distância de 2-3 centímetros do caule de cada planta.

5.2.5. Obtenção e aplicação dos óleos essenciais

Os óleos essenciais de alecrim pimenta e capim citronela foram obtidos de plantas existentes do Horto de Plantas Medicinais da Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC), em Pentecoste - CE, pertencente à Universidade Federal do Ceará. A extração dos óleos essenciais foi realizada por arraste a vapor, conforme metodologia descrita por CRAVEIRO *et al.*, (1981) e ALENCAR (1984).

A obtenção da concentração desejada foi feita colocando-se em partes iguais óleo essencial e o detergente Texapon N-40[®] (lauril éter sulfato de sódio). Uma vez dissolvido o óleo, acrescentou-se água para a obtenção da concentração de 2,5 ml.L⁻¹, sendo esta a diluição utilizada no ensaio. A definição dessa concentração foi feita com base nos resultados promissores alcançados nos ensaios *in vitro*, obtidos no Capítulo II deste trabalho.

Os óleos essenciais diluídos das duas espécies, alecrim pimenta e capim citronela, foram aplicados em duas épocas, sendo a primeira aplicação realizada

logo após a inoculação dos ovos/J2 no solo envasado e a segunda realizada 48 horas após a inoculação do nematóide.

O volume do óleo diluído empregado em cada vaso/muda foi de 100 ml vertidos no solo até atingir a capacidade de campo, de acordo com cálculo efetuado anteriormente. A aplicação foi realizada no final da tarde com o intuito de diminuir o efeito da temperatura, o que poderia acarretar na volatilização rápida dos compostos presentes nos óleos. Não houve repetição da aplicação do óleo diluído.

5.2.6. Variáveis analisadas

As variáveis analisadas em relação ao nematóide foram: **1.** número de galhas (NG): procedeu-se a contagem das galhas existentes em cada sistema radicular; **2.** número de ovos (NO): os ovos foram extraídos das raízes pela técnica de Hussey & Barker (1973), *apud* Tihohod (1993), utilizando para facilitar a visualização dos ovos nos testes subseqüentes o método de Flotação e Centrifugação proposto por Jenkins (1964), acrescida de caolim na proporção de 10:1 (v/v) (COOLEN & D'HERDE, 1972) *apud* Tihohod (1993). A contagem do número de ovos para a calibração da concentração foi realizada com o auxílio de câmara de Peters e de microscópio estereoscópio; **3.** índice de massas de ovos (IMO): este índice numérico foi obtido de acordo com a metodologia proposta por Taylor & Sasser (1978), modificado por Hadisoeganda & Sasser (1982) o qual emprega uma escala de notas de 0 a 5, a qual considera o número de galhas ou número de massa de ovos, ou seja, 0 = 0, 1-2 = 1, 3-10 = 2, 11-30 = 3, 31-100 = 4 e maior que 100 = 5; **4.** fator de reprodução (FR): foi obtido pelo quociente entre a população final e inicial do nematóide ($FR = Pf/Pi$); **5.** redução no fator de reprodução (RFR): obteve-se por meio da seguinte fórmula $RFR = Frp - Frt / Frp \times 100$, onde: Frp = fator de reprodução na espécie utilizada como padrão de susceptibilidade; Frt = fator de reprodução no tratamento avaliado.

Quanto ao desenvolvimento das plantas mensuraram-se: **1.** altura da planta: mediu-se com régua graduada em centímetros, do colo ao ápice da planta; **2.** peso fresco da parte aérea: foi realizado em balança digital com precisão de três casas decimais; **3.** peso fresco do sistema radicular: foi realizado conforme o item 2; **4.** peso seco da parte aérea: obteve-se após as plantas permanecerem por 72

horas em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 80 °C e pesado conforme o item 2.

5.2.7. Delineamento experimental

Utilizou-se, nesse ensaio, o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 6 x 2, sendo seis tratamentos, quais sejam: **1.** solo estéril (testemunha negativa); **2.** solo infestado com 4.000 ovos/J2 (testemunha positiva); **3.** aplicação de óleo essencial de alecrim pimenta na concentração de 2,5 ml.L⁻¹ logo após a inoculação dos ovos/J2; **4.** aplicação de óleo essencial de alecrim pimenta na concentração de 2,5 ml.L⁻¹ 48 horas após a inoculação dos ovos/J2; **5.** aplicação de óleo essencial de capim citronela na concentração de 2,5 ml.L⁻¹ logo após a inoculação dos ovos/J2 e **6.** aplicação de óleo de capim citronela na concentração de 2,5 ml.L⁻¹ 48 horas após a inoculação dos ovos/J2; e duas espécies (tomate e celósia), totalizando 12 tratamentos com cinco repetições de uma planta cada, caracterizando assim a unidade experimental.

Os dados obtidos nesse ensaio foram submetidos à verificação da homogeneidade das variâncias pelo teste de Hartlet, conforme KRONKA & BANZATO, (1989) e NUNES (1988). Observada a normalidade dos dados, procedeu-se à análise de variância, a qual foi realizada no programa estatístico Assistat versão 7.4 *beta* (Silva, 2006), sendo as variâncias comparadas pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. A comparação das médias entre os tratamentos deu-se pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. Os resultados foram expressos na forma de tabelas.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão expostos os dados sumarizados da análise de variância a que foram submetidos os dados referentes à infestação do nematóide, quanto ao 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). Percebeu-se, então, que para todas as variáveis analisadas houve diferenças estatísticas significativas ($P \leq 0,01$), exceto para a variável índice de massa de ovos (IMO), tanto para os fatores principais (tratamento com óleos essenciais e espécies) como para a interação (tratamentos com óleos essenciais x espécies).

Tabela 1. Dados sumarizados dos quadrados médios e coeficientes de variação a que foram submetidos os dados de número de galhas (NG), número de ovos (NO), índice de massa de ovos (IMO) fator de reprodução (FR), redução do fator de reprodução (RFR) em tomate e celósia inoculados com *Meloidogyne incognita* raça 2, submetidos a tratamentos com óleos essenciais. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Fontes de variação	G. L.	Quadrados médios				
		NG	NO	IMO	FR	RFR
Tratamentos com óleo (A)	5	39003,7*	207517589,2*	0,01667 ^{NS}	12,83*	3871,5*
Espécies (B)	1	47489,0*	619569227,2*	0,05667 ^{NS}	39,20*	11985,0*
Interação (A x B)	5	77876,9*	416461739,8*	0,0667 ^{NS}	25,91*	7905,8*
Resíduo	48	406,0	1265276,1	0,0833	0,07	6,3
C. V. (%)	-	17,6	18,0	5,8	17,7	3,5

* valor significativo pelo teste de Tukey ($P \leq 0,01$).

A análise da Tabela 1 revelou que os óleos essenciais de alecrim pimenta e de capim citronela e as épocas de aplicação afetaram a reprodução do nematóide nas duas espécies vegetais.

Estes resultados mostram mais uma vez a eficácia que os óleos essenciais apresentam contra os nematóides, apesar de não de conhecer o mecanismo nematicida destes compostos e seus constituintes (OKA, 2001; (SCHAWN-ESTRADA *et al.*, 2003).

Na Tabela 2 estão expostos os valores médios referentes à reprodução do nematóide nas espécies vegetais celósia e tomate, por meio das 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).

Da análise desta Tabela 2, percebeu-se que houve efeito significativo ($P \leq 0,01$) quanto aos tratamentos com os óleos diluídos para a variável NG, em relação à testemunha, constatando-se uma diminuição desse número na ordem de 83% para o tomateiro. Assim, raízes de tomate tratadas com água apresentaram em média 257 galhas, enquanto que tomateiros tratados com óleos de alecrim pimenta, o NG variou de 36 a 59, e com o capim citronela o NG variou de 32 a 46 galhas.

Tabela 2. Valores médios de número de galhas, número de ovos, índice de massa de ovos, fator de reprodução e redução do fator de reprodução em tomate e celósia inoculadas com *M. incognita*, raça 2, submetidos a tratamentos com óleos essenciais. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Espécies	Tratamentos					
	SE*	SI	A0	A48	C0	C48
.....Número de galhas (gal.sist.rad. ⁻¹).....						
Tomate	0,0eA**	257aA	59bB	36dB	46cB	32dB
Celósia	0,0cA	284aA	205bA	187bA	207bA	204bA
.....Número de ovos (ovos .pl ⁻¹).....						
Tomate	0,0dA	21.698aA	2.079bB	1.246cB	1.596cB	1.134cB
Celósia	0,0cA	23.997aA	7.189bA	7.428bA	7.231bA	7.154bA
.....Índice de massas de ovos.....						
Tomate	0,0bA	5,0aA	5,0aA	5,0aA	5,0aA	5,0aA
Celósia	0,0bA	5,0aA	5,0aA	5,0aA	5,0aA	5,0aA
.....Fator de reprodução.....						
Tomate	0,0eA	5,4aA	0,5bB	0,3dB	0,4cB	0,3dB
Celósia	0,0dA	6,0aA	1,8bA	1,9cA	1,8bA	1,8bA
.....Redução no fator de reprodução.....						
Tomate	100aA	0,0cC	90,4bA	94,2bA	92,6bA	94,8bA
Celósia	100aA	0,0cC	70,0bB	70,0bB	69,9bB	70,2bB

*SE = solo estéril; SI = solo infestado com 4.000 ovos/J2; A0 = óleo essencial de alecrim pimenta aplicado logo após a inoculação; A48 = óleo essencial de alecrim pimenta aplicado 48 horas após a inoculação; C0 = óleo essencial de capim citronela aplicado logo após a inoculação; C48 = óleo essencial de capim citronela aplicado 48 horas após a inoculação.

** médias de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

Em celósia, a redução dessa variável foi inferior, na faixa de 29%, com o NG diminuindo de 284, contatas nas raízes da testemunha, para 187 e 205 em plantas tratadas com o óleo de alecrim pimenta, e de 204 a 207, nas raízes de celósia tratadas com o óleo do capim citronela (Tabela 2).

Na observação da variável NO (Tabela 2), observou-se que houve uma drástica redução na reprodução do nematóide quando comparado com as testemunhas. Quando se utilizou apenas água no solo o NO nas raízes de tomate foi de 21.698 e nas de celósia foi de 23.997. Nos tratamentos do solo com os óleos essenciais de alecrim pimenta esse número foi de 1.246 e 2.079 para tomate, e de 7.189 e 7.428 para celósia, respectivamente. Com o óleo do capim citronela a redução do NO foi de 1.134 e 1.596 para tomate, e de 7.154 e 7.231 para celósia, respectivamente.

Para a variável IMO, percebeu-se que não houve diferença significativa entre nenhum tratamento, nem mesmo com a testemunha. Isso, provavelmente ocorreu em função da forma de obtenção dessa variável, a qual é feita por meio de uma escala de notas, atribuindo-se a nota 5 para todas as plantas que apresentassem em seu sistema radicular um número de massas de ovos superior a 100. Isso aconteceu em todas as plantas analisadas, razão de todas receberem a nota 5,0. Contudo, ressalta-se que o número de massa de ovos nas testemunhas, como citado anteriormente, era superior a 21 galhas.

Ainda na Tabela 2, quando se analisou a variável FR, constatou-se que a aplicação dos dois óleos essenciais no solo infestado foi eficaz, reduzindo a reprodução do nematóide. Contudo, verificou-se que em tomate esta redução foi mais efetiva, pois o FR de todos os tratamentos foi inferior a um (0,5; 0,3; 0,4 e 0,3), enquanto nas plantas de celósia o FR foi superior a um (1,8; 1,9; 1,8 e 1,8), em relação às testemunhas, 5,4 e 6,0, respectivamente.

Para a variável RFR, verificou-se que entre as espécies tomate e celósia houve diferença significativa, com o tomate mostrando, mais uma vez, melhores resultados, ou seja, com valores médios de RFR de 93,0% enquanto que em celósia ao RFR foi de 70,0% (cálculos não apresentados). Os valores do RFR de tomate e celósia nas plantas testemunhas (água) foram utilizados na fórmula como a o fator de reprodução padrão e, por esta razão, são apresentados com o 0,0 na Tabela 2.

Nos tratamentos com óleo de alecrim pimenta no solo com tomateiros, a RFR foi de 90,4 e 94,2%, e no solo com celósia a RFR foi de 70%. Empregando-se

óleo diluído do capim citronela em solo com tomateiros a RFR foi de 92,6 e 94,8, e no solo com a celósia, o RFR nas raízes foi de 69,9 e 70,2%. Constatou-se, com esses resultados, que a RFR foi sempre superior em tomateiros, independente do óleo aplicado.

Analisando-se as épocas de aplicação dos óleos, notou-se também que a adoção de um intervalo de 0h ou de 48 horas após a inoculação do nematóide, foi estatisticamente significativa. As aplicações realizadas 48 horas após a inoculação foram mais efetivas para tomate que para celósia. Em tomateiro, empregando-se o óleo de alecrim pimenta no solo após 48 horas, constatou-se uma maior redução no NG, NO e no FR. Com o óleo de capim citronela, apesar de NO semelhante, houve redução do NG e FR. Para a celósia, os valores das variáveis, foram semelhantes independente do óleo aplicado como também da época de aplicação ao solo infestado.

As variáveis IMO e RFR, tanto para tomate como para celósia, não apresentaram valores com diferenças significativas, independente do óleo aplicado e da época de aplicação ao solo infestado.

A redução do número de galhas, número de ovos, índice de massa de ovos e conseqüentemente, do fator de reprodução e redução fator de reprodução do nematóide pode ter ocorrido pelo contato direto dos óleos essenciais no solo com ovos e, ou J2, o que proporcionaria uma ação direta sobre estes organismos.

As significativas reduções observadas na reprodução do nematóide das galhas, ocorridas em conseqüência da aplicação dos óleos essenciais no solo, podem se dever, provavelmente, às substâncias bioativas presentes nestes óleos, pois, segundo estudos, estes apresentam na sua constituição, compostos caracterizados como o cineol, citral, geraniol, eugenol, cariofileno e linalol, os quais possuem efeitos bactericida, inseticida e anti-sépticos comprovados e provavelmente com alguma ação sobre os nematóides (CRAVEIRO *et al.*, 1981; CRAVEIRO *et al.*, 1987; OKA *et al.*, 2000; SERAFINI e CASSEL, 2001; SIMÕES *et al.*, 2003; FREIRE *et al.*, 2003; MATOS *et al.*, 2004).

Segundo Schawn-Estrada *et al.* (2003), os princípios ativos existentes nos óleos essenciais podem atuar diretamente sobre a cutícula do patógeno, alterando sua permeabilidade ou então, possuírem mecanismos indutores de resistência envolvendo a ativação de estruturas de defesa latentes existentes nas plantas.

De acordo com Lopes *et al.* (2005), os compostos dos óleos essenciais aplicados nas plantas podem promover a liberação via exsudação das raízes, sejam estas por modificações enzimáticas na planta, seja por alterações fisiológicas ocorridas nas raízes, atuando contra os nematóides.

Bosenbecker (2006), estudando o efeito dos óleos essenciais de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) e funcho (*Foeniculum vulgare*) no controle de *Phytophthora infestans* e *Meloidogyne javanica* em batata (*Solanum tuberosum* L.), observou diminuição na formação de colônias, alcançando 100% na concentração de 1.500 ppm e para *M. incognita*, o autor observou redução de 90% de eclosão de juvenis na concentração de 1.500 ppm. Contudo, a forma como tais compostos realmente agem sobre o patógeno ainda é fato desconhecido, e há necessidade de mais estudos para serem elucidadas.

Pérez *et al.* (2003) estudando a atividade nematicida óleos essenciais de várias partes (flores, folhas, raízes e sementes) das plantas de *Chrysanthemum coronarium* L. e *Calendula officinalis*, *C. maritima* e *C. suffruticosa* em *M. artiellia*, nas concentrações de 10, 20, 30 e 40 μL por 500 cm^3 de solo, observaram elevada redução na reprodução desse nematóide. Contudo, para o desenvolvimento das plantas, não houve diferenças entre os tratamentos para a variável altura da planta. Os autores não comentam sobre possíveis modos de ação dos óleos essenciais.

Em trabalho realizado em solo, Alcanfor (2004), estudando uma formulação com os princípios ativos (timol e cineol), obteve eficiente controle de *M. incognita* em tomateiros, porém, numa concentração de 20 ml.L^{-1} , ou seja, cerca de oito vezes superior a que se empregou neste trabalho com resultado de 100% de inibição da eclosão, *in vitro*, com os óleos de alecrim pimenta e capim citronela, espécies estas que apresentam entre seus constituintes majoritários o timol e cineol, respectivamente. Logo, os dados obtidos por aquele autor sugerem que a quantidade de óleo a ser utilizada para ensaios no solo sejam superiores àquelas utilizadas *in vitro*.

Na Tabela 3, está exposto o resumo da análise de variância a que foram submetidos os dados alusivos ao desenvolvimento das duas espécies estudadas, referentes à altura da planta (AP), peso fresco da parte aérea (PFPA), peso fresco do sistema radicular (PFSR) e peso seco da parte aérea (PSPA).

Verificou-se que, para todas as variáveis analisadas, em relação aos tratamentos com os óleos para o controle do nematóide, houve diferenças estatísticas significativas ($P \leq 0,01$). Para as espécies estudadas, apenas a altura da

Tabela 3. Dados sumarizados dos quadrados médios e coeficientes de variação a que foram submetidos os dados de altura da planta (AP), peso fresco (PFPA) e seco da parte aérea (PSPA) e peso fresco do sistema radicular (PFSR) em tomate e celósia inoculadas com *M. incognita*, raça 2, submetidos a tratamentos com óleos essenciais. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Fontes de variação	G. L.	Quadrados médios			
		AP	PFPA	PSPA	PFR
Tratamentos com óleo (A)	5	1010,9**	557,1**	23,09**	375,32**
Espécies (B)	1	412,1*	9,6 ^{NS}	0,94 ^{NS}	0,46 ^{NS}
Interação (A x B)	5	522,2**	64,9 ^{NS}	0,84 ^{NS}	175,56 ^{NS}
Resíduo	48	61,8	62,8	1,47	11,53
C. V. (%)	-	9,7	14,5	14,5	19,9

* e ** valores significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.
NS = valor não significativo.

planta mostrou-se com diferença significativa ($P \leq 0,05$). A interação (tratamentos com os óleos x espécies) evidenciou diferença significativa apenas para a variável altura da planta ($P \leq 0,01$). Assim, percebeu-se que os óleos essenciais mostraram-se efetivos, favorecendo o crescimento das plantas em relação às testemunhas positivas.

Na Tabela 4 estão expostos os valores médios referentes às variáveis que expressam o desenvolvimento das plantas quanto à altura das plantas, peso fresco da parte aérea, peso seco da parte aérea e peso fresco do sistema radicular.

Nessa tabela, para a variável altura da planta, constatou-se que nos tratamentos com os óleos essenciais, o desenvolvimento das plantas de celósia foi superior em relação à testemunha positiva (plantas inoculadas e sem tratamento com os óleos essenciais), porém um pouco inferior às plantas crescidas em solo estéril.

As épocas de aplicação também influenciaram no desenvolvimento das plantas de celósia. Sua altura média foi de 91 e 82,7cm, nos vasos em que os óleos essenciais de alecrim pimenta e capim citronela, respectivamente, foram aplicados após 48h da inoculação. A altura das plantas de celósia com os óleos de alecrim pimenta e capim citronela aplicados ao solo logo após inoculação (zero horas) foi de

Tabela 4. Valores médios de altura das plantas, peso fresco e seco da parte aérea e peso fresco do sistema radicular em tomate e celósia inoculadas com *M. incognita* raça 2, submetidos a tratamentos com óleos essenciais. Fortaleza-CE. UFC, 2007.

Espécies	Tratamentos						Médias
	SE*	SI	A0	A48	C0	C48	
.....Altura das plantas (cm).....							
Tomate	77,9ab**	75,2aA	76,6aA	82,3aB	68,6aB	61,2aB	73,6
Celósia	108,7aA	62,7eB	81,0cA	91,0bA	76,6cA	82,7cA	83,8
Médias	93,3	68,9	78,8	86,7	72,6	72,0	-
.....Peso fresco da parte aérea (g.planta ⁻¹).....							
Tomate	63,5	63,8	56,0	64,1	59,3	58,0	60,6A
Celósia	48,3	45,3	53,3	52,3	49,2	41,6	48,3B
Médias	55,9A	54,5A	54,6A	58,2A	54,3A	49,8A	-
.....Peso seco da parte aérea (g.planta ⁻¹).....							
Tomate	8,2	8,2	7,5	7,8	8,0	7,9	7,9A
Celósia	6,0	4,7	5,7	5,8	5,0	4,5	5,3B
Médias	7,1A	6,5A	6,6A	6,8A	6,5A	6,1A	-
.....Peso fresco do sistema radicular (g.planta ⁻¹).....							
Tomate	12,1	12,9	11,5	9,8	12,2	11,5	11,7B
Celósia	11,5	26,9	28,1	20,4	27,2	20,0	22,4A
Médias	11,8B	19,9A	19,8A	15,1A	19,7A	15,3A	-

*SE = solo estéril; SI = solo infestado com 4.000 ovos/J2; A0 = óleo essencial de alecrim pimenta aplicado logo após a inoculação; A48 = óleo essencial de alecrim pimenta aplicado 48 horas após a inoculação; C0 = óleo essencial de capim citronela aplicado logo após a inoculação; C48 = óleo essencial de capim citronela aplicado 48 horas após a inoculação.

** médias de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

81 e 76 cm, respectivamente. A altura das plantas de celósia foi de 62,7 cm em solo infestado sem tratamento e de 108,7 cm nas plantas em solo estéril.

Ressalta-se que o aspecto vigoroso das plantas de celósia foi observado, em todos os tratamentos com os óleos, mesmo havendo um desenvolvimento satisfatório do nematóide, com sistemas radiculares com elevado número de galhas, relativamente atrofiados, debilitados e com poucas raízes secundárias, aspecto que a fazem considerar uma espécie, aparentemente, tolerante ao parasitismo desse nematóide.

Contudo, para o tomate não se verificou o mesmo resultado, ou seja, as plantas infectadas mantidas em solo com aplicação ou não dos óleos apresentaram alturas semelhantes, porém inferiores às aquelas não inoculadas (solo estéril) (Tabela 4).

As épocas de aplicação dos óleos no solo também não interferiram no desenvolvimento das plantas de tomate.

Para as variáveis peso fresco da parte aérea, peso seco da parte aérea e peso fresco do sistema radicular (Tabela 4), verificou-se que não houve efeito significativo dos tratamentos com os óleos essenciais de alecrim pimenta e capim citronela. Os valores dessas variáveis nos tomateiros infectados foram também semelhantes quando comparados às testemunhas infectada e sadia.

Os resultados obtidos neste trabalho, com os óleos, nas concentrações utilizadas e época de aplicação, apesar de mostrarem redução na reprodução do nematóide, não podem ainda ser considerados satisfatórios para um programa de manejo recomendado para horticultores e produtores de plantas ornamentais e medicinais.

O insucesso do emprego dos óleos no controle efetivo do *M. incognita* raça 2 *in vivo*, provavelmente ocorreu em virtude de uma possível volatilização de seus compostos no solo descoberto ou em razão de interações existentes no solo entre os óleos essenciais e seus constituintes, reduzindo a ação eficaz sobre o patógeno, conforme se observou ocorrer *in vitro*.

No entanto, são necessários estudos subseqüentes, com os quais será possível a validação do uso eficaz e seguro desse tipo de produto natural, otimizando seus resultados e contribuindo assim, para uma agricultura saudável, sustentável, eliminando os efeitos insalubres que o homem e o ambiente estão sujeitos com a utilização dos defensivos agrícolas de síntese.

5.4. CONCLUSÕES

Nas condições em que este experimento foi realizado, pode-se concluir que:

- Os óleos essenciais aplicados ao solo reduziram, em parte, a reprodução do nematóide nas espécies testadas;
- Não houve diferença entre os intervalos de aplicação dos óleos;
- A taxa reprodutiva do nematóide foi reduzida em 83 e 29%, em tomate e celósia, respectivamente.

5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4. ed. San Diego, Califórnia: Academic Press, 1997. 635p.

ALCANFOR, D. C. **Uso de produtos naturais no controle de nematóide das galhas (*Meloidogyne incognita*) com produtos naturais em tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). 2004. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE.

AMARAL, D. R.; OLIVEIRA, D. F.; CAMPOS, V. P. CARVALHO, D. A. Efeito de extratos vegetais na eclosão, mobilidade, mortalidade e patogenicidade de *Meloidogyne exigua* do café. **Nematologia Brasileira**. v. 26. n. 1. P. 43-48. 2002.

BARKER, K. R. Perspectives on plant and soil nematology. **Annual Review of Phytopathology**, v. 41, p. 1-25, 2003.

BOSENBECKER, V. K. **Efeitos de óleos essenciais de plantas bioativas no controle de *Phytophthora infestans* e *Meloidogyne javanica* em batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 65 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

BRASIL. Constituição Federal. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. (**Lei dos Orgânicos**). 2003.

CAMPOS, V. P.; CAMPOS, J. R.; SILVA, L. H. C. P.; DUTRA, M. R. Manejo de nematóides em hortaliças. In: SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, J. R.; NOJOSA, G. B. A. **Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: UFLA, 2001. p. 125-158.

COSTA, D. S. C.; FERRAZ, S. Avaliação do efeito antagônico de algumas espécies de plantas, principalmente de inverno, a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**. v. 14, p. 61-69, 1990.

CRAVEIRO, A. C.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; MACHADO, M. I. L. **Óleos essenciais de plantas do nordeste**. Fortaleza. 1981. 210p.

CRAVEIRO, A. A.; ALENCAR, J. W.; MATOS, F. J. A.; FERNANDES, A. G. Contribuição à quimiotaxia do gênero *Lippia*. **Ciência e Cultura**, v.39, n.7, p.530, 1987.

DIAS, C. R.; RIBEIRO, R. C. F.; FERRAZ, S.; VIDA, J. B. Efeito de frações de esterco bovino na eclosão de juvenis de *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 23, p. 34-39, 1999.

DIAS, C. R. ; SCWAN, A. V. ; EZEQUIEL, D. P. ; SARMENTO, M. C. ; FERRAZ, S. Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais na sobrevivência de juvenis de *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 203- 210, 2000.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. DE. **O controle de fitonematóides por plantas antagonistas e produtos naturais.** Disponível em: <<http://www.ufv.br/dfp/lab/nematologia/antagonistas.pdf>>. Acesso em novembro de 2006.

FREIRE, A. R.; ANDRADE NETO, M. A.; SILVA, M. G. V. MATOS, F. J. A. Avaliação dos óleos essenciais de *Ocimum gratissimum* L., *Ocimum micranthum* Willd. e *Ocimum tenuiflorum* L. como fitonemática. In: Simpósio Brasileiro de Óleos Essenciais, 3. **Documentos, IAC, 74.** Campinas. p. 107. 2003

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. **Introdução à Nematologia.** Viçosa: UFV, 2001. 84p.

GONÇALVES, F. J. T.; FREIRE, F. C. O.; ANDRADE NETO, M. Atividade antagonista do óleo essencial dos frutos de *Capparis flexuosa* em ovos de juvenis de *Meloidogyne incognita*. In: Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais, 1. COBRADAN. Fortaleza. 2000. **Anais...** Fortaleza: Ceará. v. 1. p. 35. 2000.

LOPES, E. A.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; FERREIRA, P. A.; AMORA, D. X. Efeito dos extratos aquosos de *Mucuna preta* e de *Manjeriço* sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 67-74, 2005.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides de plantas cultivadas.** 9ª ed. São Paulo. Nobel. 1992. 356p.

MATOS, F. J. A.; SOUSA, M. P.; MATOS, M. E. O.; MACHADO, M. I. L.; CRAVEIRO, A. A. **Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de plantas medicinais brasileiras.** Editora UFC. 2ª Ed. Fortaleza. 2004. 448p.

MOURA, R. M. **O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose.** Parte I. In: Revisão Anual de Proteção de Plantas. v. 4, p. 209-245. 1996.

MOURA, R. M. **O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose.** Parte II. In: Revisão Anual de Proteção de Plantas. v. 5, p. 281-315. 1997.

OKA, Y.; NACAR, S.; PUTIEVSKY, E.; RAVID, U.; YANIV, Z.; SPIEGEL, YITZHAK. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. **Nematology**. v. 90, n. 7. p. 710-715, 2000.

OKA, Y. Nematicidal activity of essential oil components against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. **Nematology**, v. 3, n. 2, p. 159-164, 2001.

PANDEY, R.; KARLA, A.; TANDON, S.; MEHROTRA, N.; SINGH, H. N.; KUMAR, S. essential oils as potent sources of nematicidal compounds. **Journal of Fhitopathology**. 148. p. 501-502. 2000.

PÉREZ, M. P.; NAVAS-CORTÉS, J. A.; PASCUAL-VILLALOBOS, M. J.; CASTILLO, P. Nematicidal activity of essential oils and organic amendments from Asteraceae against root-knot nematodes. **Plant Pathology**. n. 52. p. 395-401. 2003.

QUARLES, W. **Botanical pesticides from *Chenopodium***. IPM Practitioner, v. 14, n. 2, p. 1-11. 1992.

ROCHA, F. S.; CAMPOS, V. P. Efeito de exsudatos de cultura de células de plantas em juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne incognita*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 294-299, 2004.

SALGADO, S. M. L.; CAMPOS, V. P.; CARDOSO, M. G.; SALGADO, A. P. S. Ecloração e mortalidade de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne exigua* em óleos essenciais. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 17- 22, 2003.

SALGADO, S. M. L.; CAMPOS, V. P. Ecloração e mortalidade *Meloidogyne exigua* em extratos e em produtos naturais. **Fitopatologia Brasileira**. v. 28. n. 2. p. 166-170. 2003.

SCHAWN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. Mesa Redonda do XXXVI Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Uberlândia: **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 554-556, 2003.

SERAFINI, L. A.; CASSEL, E. **Produção de óleos essenciais**: uma alternativa para a agroindústria nacional. Guaíba: Agroindústria, 2001. p.333-377.

SILVA, G. S. Substâncias naturais: uma alternativa para o controle de doenças. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 39 (Palestra). **Fitopatologia Brasileira**. v. 31. p. 14. 2006. Suplemento.

SILVA, J. F. V (organizador). FERRAZ, L. C. C. B.; ASMUS, G. L.; CARNEIRO, R. G.; MAZAFERRA, P.; SILVA, J. F. V. **Relações parasito-hospedeiro nas**

meloidoginoses da soja. Londrina: Embrapa soja. Sociedade Brasileira de Nematologia. 127p. 2001.

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.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada.** Jaboticabal: FUNEP, 1993. 372p.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Diante dos resultados aqui obtidos e apresentados nesses três capítulos e alicerçado por muitos outros estudos realizados nessa área, acredita-se ser, sem dúvida, uma alternativa viável para o controle dos nematóides das galhas, a utilização de óleos essenciais;
2. Para tanto, ainda são necessários muitos estudos visando, principalmente, a identificação e caracterização dos constituintes químicos responsáveis pela ação tóxica, nematicida ou nematostática, existentes nos óleos essenciais;
3. E ainda, mais pesquisas devem ser conduzidas, no sentido de identificar outras espécies vegetais produtoras de óleos essenciais com potencial de utilização para tal finalidade;
4. Foi possível verificar que das 20 espécies ornamentais estudadas, apenas uma, *T. patula*, apresentou-se como não hospedeira ao nematóide das galhas, *M. incognita* raça 2, indicando o potencial que as ornamentais testadas possuem como de introduzirem e/ou disseminarem esses patógenos, em função, principalmente, da sua forma de comercialização, geralmente, na forma de mudas com solo em vasos ou sacos de polietileno;
5. Com relação às medicinais, das 10 espécies estudadas, cinco apresentaram-se como não hospedeiras e outras cinco comportaram-se como más hospedeiras ao nematóide das galhas, *M. incognita* raça 2, indicando que podem ser utilizadas em manejos culturais, quais sejam em consórcios ou em rotação de culturas;
6. Comprovou-se ainda, o que em outros estudos já se sugeria, a eficiência dos óleos essenciais sobre a inibição *in vitro* da eclosão e mortalidade de juvenis (J2) de *M. incognita* raça 2;
7. A utilização de óleos essenciais pode ser uma alternativa eficiente e viável no controle do nematóide *in vivo*, ou seja, no solo;
8. Possibilidade da conscientização dos agricultores e técnicos responsáveis pela assistência destas áreas, dos danos e perdas econômicas gerados por este nematóide e da viabilidade de utilização de um meio natural para o controle de tal patógeno;
9. Estudos visando à viabilização de meios eficientes e práticos de aplicação dos óleos essenciais para o controle do nematóide em campo devem ser pesquisados.

ANEXOS



Casa de vegetação onde foram realizados os ensaios, no Campus do Pici, na UFC, Fortaleza-CE.



Observações diárias do ensaio com ornamentais inoculadas com *Meloidogyne incognita* raça 2.



Vista geral das plantas medicinais e ornamentais do ensaio.



Detalhe do arranjo das plantas de boa-noite.



Plantas de tomate cv. Santa Clara mantidas para multiplicação do inóculo de *M. incognita* raça 2.

Reação das plantas ornamentais a *M. incognita* raça 2. (+) inoculada e (-) testemunha.



Alfinete



Amarelinha



Balsamina



Boa-noite



Boca-de-leão



Borboleta



Cartamus



Cravina

Reação das Plantas Ornamentais a *M. incognita* raça 2. (+) inoculada e (-) testemunha.



Celósia



Courama



Exacum



Ganzânia



Lança-de-São-Jorge



Mini-flamboyant



Palma



Papoula

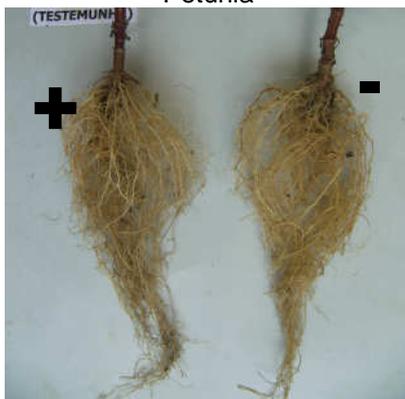
Reação das Plantas Ornamentais a *M. incognita* raça 2.
(+) inoculada e (-) testemunha.



Petúnia



Pimenta ornamental



Tagetes



Zínia

Reação das Plantas Medicinais a *M. incognita* raça 2.
(+) inoculada e (-) testemunha.



Alecrim



Alfavaca



Alfavaca cravo



Boldo-do-Chile



Capim citronela



Capim santo



Cidreira



Hortelã

Reação das Plantas Medicinais a *M. incognita* raça 2.
(+) inoculada e (-) testemunha.



Malva santa

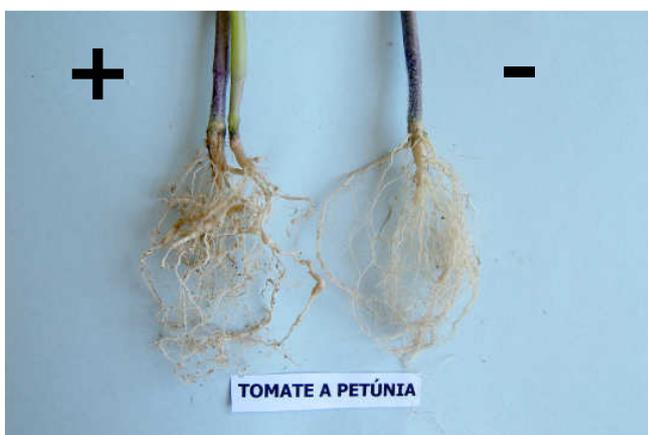
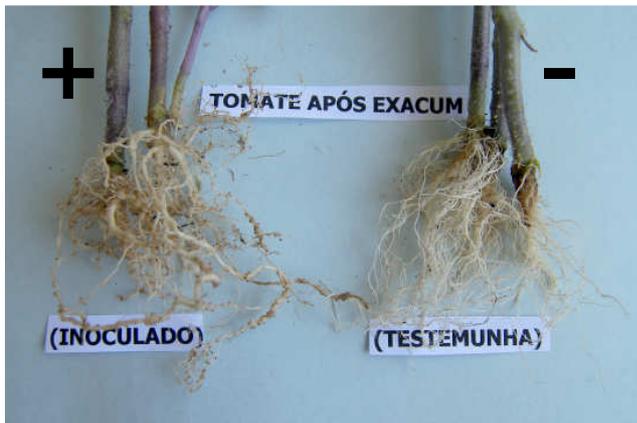


Menta



Observações minuciosas do sistema radicular das plantas inoculadas ao microscópio ótico.

Reação das plantas de tomate cv. Santa Clara sobre a população remanescente de nematóide no solo após plantas ornamentais e medicinais. Testemunha em solo estéril.



Placas de Petri utilizadas nos ensaios com óleos essenciais *in vitro*.



Placas de Petri de acrílico de 3,5 cm de diâmetro



Câmaras de eclosão de J2, tampadas e sobre papel umedecido para manter um microclima, diminuindo a volatilização dos óleos essenciais.

Teste de hospedeiro diferencial



Reação de tomate 'Santa Clara' algodão 'Deltapine 16' e fumo 'NC 95' a *M. incognita*.



Reação de Algodão 'Deltapine 16' e Fumo 'NC 95' a *M. incognita*.

Ensaio para avaliar o potencial nematicida dos óleos essenciais em solo, em casa de vegetação.



Plantas de celósia com tratamentos com os óleos essenciais de alecrim pimenta e capim citronela.



Plantas de tomate com tratamentos com os óleos essenciais alecrim pimenta e capim citronela.



Raízes de Celósia após tratamento com os óleos:
SE – SI – A0* – A48 – C0 – C48**



Raízes de tomate após tratamento com os óleos:
SI - SE – A0* – A48 – C0 – C48**

SE: mudas plantas em solo estéril; **SI:** mudas plantadas em solo inoculado com 4000 ovos/J2.

* plantas tratadas com óleo essencial de alecrim pimenta em 0 e 48 horas após a inoculação dos J2;

** plantas tratadas com óleo essencial de capim citronela em 0 e 48 horas após a inoculação dos J2;



Plantas de celósia com bom crescimento, mesmo sob intensa infestação de *M. incognita* raça 2



Galhas no sistema radicular de celósia 60 dias após a inoculação com *M. incognita* raça 2 (sem tratamento com os óleos).