



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FERNANDO CESAR BAIDA

**CONTROLE DE *MELOIDOGYNE* SPP. COM EXTRATOS
VEGETAIS E EFEITO DO PARASITISMO NA QUANTIDADE
E QUALIDADE DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *CYMBOPOGON*
WINTERIANUS E *OCIMUM* SPP.**

FERNANDO CESAR BAIDA

**CONTROLE DE *MELOIDOGYNE* SPP. COM EXTRATOS
VEGETAIS E EFEITO DO PARASITISMO NA QUANTIDADE
E QUALIDADE DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *CYMBOPOGON*
WINTERIANUS E *OCIMUM* SPP.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador(a): Prof. Dr^a. Débora Cristina Santiago

Londrina
2013

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

B152c	<p>Baida, Fernando Cesar. Controle de <i>Meloidogyne</i> spp. com extratos vegetais e efeito do parasitismo na quantidade e qualidade dos óleos essenciais de <i>Cymbopogon winterianus</i> e <i>Ocimum</i> spp. / Fernando Cesar Baida. – Londrina, 2013. 70 f. : il.</p> <p>Orientador: Débora Cristina Santiago. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2013. Inclui bibliografia.</p> <p>1. Nematoda em plantas – Teses. 2. Meloidogyne – Teses. 3. Patógeno de solo – Teses. 4. Plantas – Parasito – Teses. 5. Plantas medicinais – Teses. 6. Essências e óleos essenciais – Teses. I. Santiago, Débora Cristina. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 631.467.2</p>
-------	--

FERNANDO CESAR BAIDA

**CONTROLE DE *MELOIDOGYNE* SPP. COM EXTRATOS VEGETAIS E
EFEITO DO PARASITISMO NA QUANTIDADE E QUALIDADE DOS
ÓLEOS ESSENCIAIS DE *CYMBOPOGON WINTERIANUS* E *OCIMUM*
SPP.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Débora Cristina Santiago
UEL – Londrina – PR

Prof^ª. Dr^ª. Maria Isabel Balbi Pena
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. José Roberto Pinto de Souza
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Luiz Henrique Ilkiu Vidal
UNICENTRO – Guarapuava – PR

Dr^a. Neucimara Rodrigues Ribeiro
DonMario Sementes – Londrina – PR

Prof. Dr. Seiji Igarashi
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Adilson Luiz Seifert
UEL – Londrina – PR

Orientadora. Prof^a. Dr^a. Débora Cristina Santiago
UEL – Londrina – PR

Londrina, 26/07/2013

DEDICO

Aos meus pais, Luiz e Marcia Baida pelo exemplo de amor, dedicação e pelos ensinamentos para viver com dignidade e sabedoria. Aos meus irmãos Eduardo e Karina pelo incentivo, amor e apoio, a minha namorada Camila pela paciência, dedicação e conselhos e amor, que me ajudaram a superar este desafio com equilíbrio. As minhas avós, Araci e Alite pelos ensinamentos de vida e aos meus amigos que me incentivaram em mais esta etapa de minha vida.

Aos meus avôs Laerte e Paulo e ao Professor Doutor Martin Homechin “*in memoriam*”, com muita saudade e orgulho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois é nele que sempre encontro forças para continuar meus caminhos superando as dificuldades.

A minha orientadora Professora Doutora Débora Cristina Santiago não só pela orientação neste trabalho que foi fundamental para o meu aprimoramento profissional, e pela sua amizade que sempre foi e será muito importante para o meu crescimento pessoal.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo pagamento da bolsa de doutorado e, ao programa de pós-graduação em agronomia da Universidade Estadual de Londrina, pela sua concessão.

Ao Professor Doutor José Roberto Pinto de Souza, ao Professor Doutor Seiji Igarashi, à Professora Doutora Terezinha de Jesus Faria pela presteza e dicas fundamentais para a montagem, condução e aprimoramento deste trabalho.

Aos colegas de pós-graduação Adriely Alves de Almeida, Hevandro Colanhese Delalibera e de graduação Helio I. Vieira Filho, que me ajudaram e me incentivaram nesta etapa de minha vida.

Ao técnico do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual de Londrina, José Aparecido Rocha, pela amizade e ensinamentos passados nesta fase.

Aos Professores do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina pelo privilégio do convívio amigo e ensinamentos.

Aos meus pais, Luiz C. Baida e Marcia C. P. Baida que me deram forças e me incentivaram sempre com muito amor e compreensão.

Aos meus irmãos Eduardo A. Baida e Karina E. Baida e minha sobrinha Isabela Baida pelo carinho, dedicação e paciência em todos os momentos de mais esta etapa de minha vida.

A minha namorada Camila Torres Stroze, pela enorme paciência, dedicação, incentivo e apoio nos momentos mais difíceis sempre me confortando e fortalecendo.

Aos meus amigos Guilherme Lopes, Guilherme Cartapatti, Ricardo Costa, Celso Gonçalves e Caio Parisi pela amizade, dedicação, compreensão, tolerância e incentivos que me ajudaram a superar mais este desafio.

BAIDA, Fernando Cesar. **Controle de *Meloidogyne* spp. com extratos vegetais e efeito do parasitismo na quantidade e qualidade dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus* e *Ocimum* spp.** 2013. 70 f. Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

Como forma de controle alternativo tem-se estudado os extratos vegetais com efeito nematicida. Já foram identificadas, em relação ao *Meloidogyne*, mais de uma classe de compostos de plantas (isoflavonóide e amida) com atividade nematicida. Foram realizados experimentos cujos dados estão apresentados em dois artigos, sendo o primeiro com o objetivo de testar o efeito dos extratos aquosos de folhas de seis espécies vegetais sobre o controle de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*, em plantas de *Solanum lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’. O segundo com o objetivo de avaliar efeito do parasitismo de *Meloidogyne* spp. na quantidade e qualidade dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus* e *Ocimum* spp. No primeiro experimento, todos os extratos aquosos utilizados, aplicados ao solo, reduziram a população de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* nas raízes de *S. lycopersicum*. Quanto aos resultados do segundo experimento, a espécie *C. winterianus* foi suscetível ao *M. incognita* e resistente para *M. javanica* e *M. paranaensis*, já *O. basilicum* e *O. pupuraceus* foram suscetíveis as três espécies nematoides. As espécies *C. winterianus* e *O. basilicum* não sofrem alterações na quantidade de óleo essencial produzida em função do ataque dos nematoides. Já *O. pupuraceus* produziu maior quantidade (59%) de óleo quando inoculada com *M. javanica*. *C. winterianus*, *O. basilicum* e *O. pupuraceus* sofrem alterações na nos constituintes químicos dos óleos essenciais quando atacadas por alguma destas espécies de *Meloidogyne* spp.

Palavras-chave: Plantas medicinais. Controle alternativo. Nematoides. Patogenos de solo. Resistência. Suscetibilidade.

BAIDA, Fernando Cesar. **Plant extract in control of *Meloidogyne* spp. and effect of parasitism on the quantity and quality of essential oils of *Cymbopogon winterianus* and *Ocimum* spp.** 2013. 70 p. Doctoral Thesis in Agronomy – University State of Londrina, Londrina, 2013.

ABSTRACT

As a form of alternative control has studied the plant extracts with nematicide effect. Have been identified, in relation to *Meloidogyne*, more of a class of compounds of plants (isoflavonoide and amide) with nematicidal activity. Experiments were performed whose data are presented in two papers, the first being with the objective of testing the effect of aqueous extracts of leaves of six plant species on the control of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. paranaensis*, on *Solanum lycopersicum* cv. 'Santa Cruz'. The second with objective to evaluate effect of parasitism of *Meloidogyne* spp. in quantity and quality of essential oils of *Cymbopogon winterianus* and *Ocimum* spp. In the first test, all aqueous extracts used, applied to the soil, reduced the population of *M. incognita*, *M. javanica* and *M. paranaensis* in *S. lycopersicum* roots. As regards the results of the second test, the species *C. winterianus* was susceptible to *M. incognita* and resistant to *M. javanica* and *M. paranaensis*, already *O. basilicum* and *O. pupuraceus* were susceptible to the three species nematodes. The species *C. winterianus* and *O. basilicum* had no changes in the amount of essential oil produced in function of the attack of the nematodes. Already *O. pupuraceus* produced a larger amount (59%) of oil when inoculated with *M. javanica*. *C. winterianus*, *O. basilicum* and *O. pupuraceus* had changes in chemical constituents of essential oils when attacked by any of these species of *Meloidogyne* spp.

Key-words: Medicinal plants. Control disease. Nematodo. Soil pathogens. Resistance. Susceptibility.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO A

- Tabela 1** – Efeito dos extratos aquosos de folhas de *Pennisetum purpureum*, *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. basilicum* cv. ‘Toscano’, *O. purpureus* e *Brassica juncea* sobre a massa de raízes de *Solanum lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’, reprodução de *Meloidogyne incognita* nas raízes e porcentagem de controle, aos 60 dias da inoculação. Londrina 2013 33
- Tabela 2** – Efeito dos extratos aquosos de folhas de *Pennisetum purpureum*, *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. basilicum* cv. ‘Toscano’, *O. purpureus* e *Brassica juncea* sobre a massa de raízes de *Solanum lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’, reprodução de *Meloidogyne javanica* nas raízes e porcentagem de controle, aos 60 dias da inoculação. Londrina 2013 35
- Tabela 3** – Efeito dos extratos aquosos de folhas de *Pennisetum purpureum*, *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. basilicum* cv. ‘Toscano’, *O. purpureus* e *Brassica juncea* sobre a massa de raízes de *Solanum lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’, reprodução de *Meloidogyne paranaensis* nas raízes e porcentagem de controle, aos 60 dias da inoculação. Londrina 2013 36

ARTIGO B

- Tabela 1** – Multiplicação do *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* nas raízes das plantas *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. purpureus*. Londrina, 2013 46
- Tabela 2** – Desenvolvimento de *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum* e *O. purpureus* inoculadas e não inoculadas com *Meloidogyne incognita*. Londrina, 2013 49
- Tabela 3** – Desenvolvimento de *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum* e *O. purpureus* inoculadas e não inoculadas com *Meloidogyne javanica*. Londrina, 2013 50

Tabela 4 – Desenvolvimento de <i>Cymbopogon winterianus</i> , <i>Ocimum basilicum</i> e <i>O. purpureus</i> inoculadas e não inoculadas com <i>Meloidogyne paranaensis</i> . Londrina, 2013	51
Tabela 5 – Massa (gramas) dos óleos essenciais produzidos por <i>Cymbopogon winterianus</i> , inoculadas com <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. paranaensis</i> e, por <i>Ocimum basilicum</i> e <i>O. purpureus</i> inoculadas com <i>M. incognita</i> e <i>M. javanica</i> . Londrina, 2013	52
Tabela 6 – Massa (gramas) dos óleos essenciais produzidos por <i>Ocimum basilicum</i> e <i>O. purpureus</i> inoculadas com <i>Meloidogyne paranaensis</i> . Londrina, 2013	53
Tabela 7 – Concentração dos constituintes do óleo essencial de <i>Cymbopogon winterianus</i> , inoculadas e não inoculadas com <i>Meloidogyne</i> spp. Londrina, 2013	54
Tabela 8 – Concentração dos constituintes do óleo essencial de <i>Ocimum basilicum</i> , inoculadas e não inoculadas com <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> . Londrina, 2013	55
Tabela 9 – Concentração dos constituintes do óleo essencial de <i>Ocimum basilicum</i> , inoculadas e não inoculadas com <i>Meloidogyne paranaensis</i> . Londrina, 2013	56
Tabela 10 – Concentração dos constituintes do óleo essencial de <i>Ocimum purpureus</i> , inoculadas e não inoculadas com <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> . Londrina, 2013	57
Tabela 11 – Concentração dos constituintes do óleo essencial de <i>Ocimum purpureus</i> , inoculadas e não inoculadas com <i>Meloidogyne paranaensis</i> . Londrina, 2013	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	PLANTAS MEDICINAIS	14
2.2	COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>CYMBOPOGON</i> SPP	15
2.3	COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>OCIMUM</i> SPP	17
2.4	NEMATOIDES DO GÊNERO <i>MELOIDOGYNE</i> SPP	18
2.5	HOSPEDABILIDADE DE <i>MELOIDOGYNE</i> EM PLANTAS MEDICINAIS	19
2.6	CONTROLE DE FITONEMATOIDES COM EXTRATOS E ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS	23
2.7	MOLÉCULAS TÓXICAS AOS FITONEMATOIDES	26
3	ARTIGO A: ATIVIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE FOLHAS NO CONTROLE DE <i>MELOIDOGYNE INCOGNITA</i>, <i>M. JAVANICA</i> E <i>M. PARANAENSIS</i>, EM CASA DE VEGETAÇÃO	29
3.1	RESUMO	29
3.2	ABSTRACT	29
3.3	INTRODUÇÃO	30
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	31
3.4.1	Multiplicação das Plantas e Obtenção dos Extratos Aquosos	31
3.4.2	Obtenção das Populações das Espécies de <i>Meloidogyne</i> spp	31
3.4.3	Montagem, Inoculação e Avaliação do Efeito dos Extratos sobre os Nematoides	32
3.4.4	Análise Estatística dos Dados	33
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
3.6	CONCLUSÕES	37
3.7	REFERÊNCIAS	37
4	ARTIGO B: AVALIAÇÃO DA HOSPEDABILIDADE DE <i>MELOIDOGYNE</i> SPP. EM CITRONELA E ESPÉCIES DE MAJERICÃO E EFEITO DA PRESENÇA DOS NEMATOIDES NO TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS	40

4.1	RESUMO	40
4.2	ABSTRACT	41
4.3	INTRODUÇÃO	41
4.4	MATERIAL E MÉTODOS	42
4.4.1	Obtenção das Populações das Espécies de <i>Meloidogyne</i> spp.....	42
4.4.2	Multiplicação das Plantas e Montagem dos Experimentos	43
4.4.3	Avaliações da Hospedabilidade das Plantas <i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. paranaensis</i>	44
4.4.4	Análises Estatísticas dos Dados.....	45
4.4.5	Obtenção e Extração dos Óleos Essenciais das Plantas Estudadas	45
4.4.6	Metodologia para a Identificação e Quantificação dos Compostos Presentes no Óleo Essencial das Espécies Avaliadas	45
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.5.1	Resultados sobre a Multiplicação Populacional dos Nematoides nas Raízes de <i>C. winterianus</i> , <i>O. basilicum</i> , <i>O. pupuraceus</i>	46
4.5.2	Desenvolvimento Morfológico das Plantas <i>C. winterianus</i> , <i>O. basilicum</i> , <i>O. pupuraceus</i> Inoculadas com <i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. paranaensis</i>	49
4.5.3	Resultados sobre a Quantidade de Óleo Essencial produzido por <i>C. winterianus</i> , <i>O. basilicum</i> e <i>O. pupuraceus</i> Inoculadas com <i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. paranaensis</i>	51
4.5.4	Composição Química do Óleo Essencial Produzido por <i>C. winterianus</i> , <i>O. basilicum</i> e <i>O. pupuraceus</i> Inoculadas com <i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. paranaensis</i>	53
4.6	CONCLUSÕES	58
4.7	REFERÊNCIAS	58
5	CONCLUSÕES GERAIS	61
	REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

Uma planta é considerada medicinal quando em sua composição são encontradas substâncias que provocam no organismo humano reações que podem variar da cura ao abrandamento de doenças (Fuck, 2006).

Segundo Correa Junior et al. (1991), as plantas medicinais podem ser atacadas por diversas pragas e patógenos, o que compromete qualitativa e quantitativamente as propriedades curativas e a produção. Karl, Souza e Mattos (1997) enfatizaram que o cultivo de plantas medicinais em bases comerciais defronta-se com relativa escassez de dados em fitossanidade, especialmente em nematologia.

Os nematoides estão amplamente distribuídos no solo e suas comunidades são compostas por várias espécies. Na agricultura são importantes pelos níveis de danos que provocam (FERRAZ; SANTOS, 1995).

Dentre as espécies mais importantes estão as pertencentes ao gênero *Meloidogyne* (Goeldi), que além de danos diretos com presença de galhas e redução no número de raízes, predis põem a enfermidades fúngicas e bacterianas, causando perdas no rendimento das culturas e até a morte da planta (TAYLOR; SASSER, 1983).

Extratos naturais são um dos métodos mais promissores de controle de patógenos do solo, como é o caso dos nematoides, podendo representar a substituição parcial dos produtos químicos e tornar-se uma medida alternativa para pequenas áreas (SCRAMIN et al., 1987). Essas plantas também podem ser utilizadas pela incorporação de suas partes vegetais, ou sob forma de extratos aplicados ao solo (AKHTAR; ALAM, 1989).

Lopes et al. (2011) com seu estudo observaram que a adição de folhas trituradas de *Ricinus communis* L. (mamona), *Azadirachta indica* A. Juss. (nim), *Eucalyptus citriodora* Hook (eucalipto) e *Cymbopogon citratus* Stapf (capim-limão) ao solo reduziu o número de ovos de nematoide, logo esses materiais vegetais podem ser uma alternativa de controle de *M. javanica* em *Solanum lycopersicum* L. (tomateiro). Baldin et al. (2012) recomendaram o uso da manipueira e o extrato de sementes de *Ricinus communis* para o manejo integrado de *M. incognita* no cultivo orgânico.

Baida et al. (2011), testando a suscetibilidade de plantas medicinais a nematoides, concluíram que a *Matricaria recutita* (camomila) foi suscetível a *M. incognita*, sendo seu cultivo limitado a áreas infestadas com este patógeno.

Mônaco et al. (2011) indicaram nove materiais que podem ser cultivados em áreas infestadas por *M. paranaensis*, por serem resistentes, porém três materiais foram

suscetíveis podendo ter seu desenvolvimento prejudicado pelo nematoide, além de aumentar a população no solo.

Compostos produzidos pela planta, durante o processo da doença, têm mostrado um papel crucial na resistência ao organismo invasor (NANDAKUMAR et al., 2001). Uma das funções dos metabólitos secundários de plantas é defendê-las contra o ataque de insetos e patógenos, exercendo efeito tóxico a estes organismos (SILVA; CASALI, 2000). Algumas plantas são mais estudadas como matérias primas para o preparo de extratos ou para a extração de óleos essenciais com propriedades nematicidas como é o caso de *Mucuna prurienses* L. (mucuna); *Tagetes* spp. L. (cravo-de-defunto); *Crotalaria* spp. L. (Crotalária); *Azadirachta indica* ; algumas gramíneas; *Ricinus communis*; brássicas e plantas medicinais e aromáticas (FERRAZ et al., 2010).

Compostos como L-Dopa (3,4-diidroxifenilalanina), substância com pronunciado efeito nematicida, foram isolados de sementes de *Mucuna* spp. Foram isolados da parte aérea de plantas de mucuna-preta, tiacontil-tetracosanato e 1-triacontanol, que apresentaram atividade nematicida em *M. incognita* raça 3 (NOGUEIRA et al., 1996).

O objetivo foi avaliar o efeito dos extratos aquosos de *Pennisetum purpureum*, *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. basilicum* (manjerição cv. 'Toscano'), *O. pupuraceus* e *Brassica juncea* sobre *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* parasitando plantas de *S. lycopersicum* cv. 'Santa Cruz' e avaliar o efeito do parasitismo de *Meloidogyne* spp. na quantidade e qualidade dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus* e *Ocimum* spp..

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PLANTAS MEDICINAIS

Plantas com propriedades medicinais são utilizadas desde a Antiguidade para tratamentos de doenças humanas, e ocupam espaço cada vez maior na medicina terapêutica com a mesma eficiência de drogas sintéticas (CORREA JÚNIOR et al., 1991).

O uso de plantas medicinais, condimentares e aromáticas pela população mundial tem sido muito significativo nos últimos tempos. Dados da organização Mundial de Saúde (OMS) mostram que cerca de 80% da população mundial fizeram uso de algum tipo de erva na busca de alívio de alguma sintomatologia, desse total, 30% foram por indicação médica. A utilização de plantas medicinais, prática tradicional que ainda existe entre os povos de todo o mundo, tem inclusive incentivo da própria OMS (SILVA; CASALI, 2000).

Essas plantas são tema do interesse de químicos, médicos, farmacêuticos, biólogos, botânicos, agrônomos, pois são os profissionais responsáveis pela garantia, desde a produção da matéria prima até o seu uso correto, trabalhando conjuntamente para que medicamentos produzidos a partir de plantas possam ser usados com eficiência e sem riscos (SILVA; CASALI, 2000).

Na Europa, cerca de 400.000 t de material de plantas medicinais são importadas da Ásia e da África anualmente. O valor médio de mercado deste material vegetal é estimado em US\$ 1 bilhão. Uma boa parte das matérias-primas utilizadas na indústria farmacêutica vêm de plantas medicinais produzidas em escala global (KOSHY, EAPEN, PANDEY, 2005).

O Brasil figura como uma das regiões neotropicais de maior tradição no uso e domesticação de plantas silvestres por parte da população, porém a maior parte dessa flora ainda é quimicamente desconhecida (AMOROZO, 1996).

Plantas medicinais acumulam compostos que, após sua extração, podem ser utilizados como aditivos químicos em alimentos, ou matéria-prima para aplicação científica, tecnológica e comercial. São sintetizados, principalmente nas folhas, em células especializadas, e em diferentes estádios de desenvolvimento da planta o que pode dificultar a extração, purificação e dose dos compostos (BALANDRIN et al., 1985).

O metabolismo primário das plantas gera os compostos essenciais constituintes e de sobrevivência, como açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, nucleotídeos e polímeros derivados (polissacarídeos, proteínas, lipídios, RNA, DNA). As espécies vegetais

utilizam, também, outras rotas metabólicas, conhecidas como metabolismo secundário, para produzir compostos, cujas funções ainda não estão completamente elucidadas (SILVA; CASALI, 2000).

Estes compostos produzidos pelo metabolismo secundário das plantas são denominados de princípios ativos e são os responsáveis pelo efeito terapêutico que a planta medicinal possui, eles também possuem funções ecológicas importantes para a sobrevivência da espécie vegetais, como por exemplo, a defesa contra inimigos naturais (ROBBERS et al., 1997).

As funções dos metabólitos secundários associam-se à defesa da planta contra agentes externos, como ataque de insetos e patógenos, exercendo efeito tóxico a estes organismos, podendo também atuar na atração de insetos polinizadores. Além disso, já são conhecidos diversos efeitos alelopáticos de estímulo ou inibição da germinação de sementes e de regulação da decomposição da matéria orgânica (SILVA; CASALI, 2000).

A época de colheita correta de plantas medicinais, condimentares e aromáticas é essencial para se obter maior teor de óleo essencial e melhor qualidade (CARVALHO FILHO et al., 2006). Esta colheita tem certas particularidades que a torna diferente das outras culturas, uma vez que concilia a máxima produção de biomassa com o maior teor de princípio ativo (BEZERRA et al., 2008).

Na fitoterapia, os óleos voláteis destacam-se pelas suas propriedades antibacterianas, analgésicas, sedativas, expectorantes, estimulantes e estomáticas. Os óleos essenciais são líquidos voláteis dotados de aroma forte e marcante, proveniente do metabolismo secundário, existentes em quase duas mil espécies de plantas distribuídas em 60 famílias. Estes óleos são normalmente elaborados nas folhas, sendo armazenados em espaços extracelulares, entre a cutícula e a parede celular, constituídos basicamente pelos terpenos, sintetizados pela rota do ácido mevalônico (SILVA; CASALI, 2000).

Karl, Souza e Mattos (1997) enfatizaram que o cultivo comercial de plantas medicinais tem problemas com a escassez de dados fitossanitários, especialmente em fitonematologia.

2.2 COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *CYMBOPOGON* SPP

O gênero *Cymbopogon* pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae. Este gênero é constituído de oitenta e cinco espécies (CASTRO et al., 2007).

Akhila (1986) estudou a composição química do óleo de *C. winterianus* Jowitt (capim-citrolena) obtido por arraste a vapor, identificando como constituintes do óleo o

citronelal (32,7%), citronelol (12,5%), geraniol (23,9%), limoneno (1,3%), linalol (1,5%), acetato de linalil (2,0%), acetato de geranil (3,2%), nerol (7,7%), elemol (6,0%), metil isoeugenol (2,3%), farnesol (0,6%).

Segundo Galvão (2004), os principais componentes identificados no óleo de *C. winterianus* foram beta-pineno, citronelal, citronelol, geraniol, geranil acetato, germacrene D, germacrene A, elemol e borneol. Martins (2006) identificou no óleo essencial de *C. winterianus* como constituintes majoritários o citronelal, o geraniol e o citronelol.

Quarenta e dois compostos voláteis de óleo essencial de folhas de *C. winterianus* foram identificados em diferentes épocas do ano. Observou-se o menor rendimento de óleo volátil durante o inverno, a colheita feita pela manhã proporcionou maior rendimento. Os compostos majoritários foram citronelal (25,7%), citronelol (12,5%) e geraniol (34,3%) (BLANK et al., 2007).

O óleo essencial extraído de *C. nardus* L. (citronela) possui alto teor de geraniol e citronelal. O citronelal é utilizado como material básico para a síntese de importantes compostos químicos denominados iononas e para a síntese de vitamina A. Este óleo apresenta atividade repelente a insetos e ação fungicida e bactericida. Ele é também utilizado na fabricação de perfumes e cosméticos (TRONGTOKIT et al., 2005; REIS et al., 2006).

Koffi et al. (2009), identificaram a presença de citronelal, geraniol e citronelol como constituintes majoritários de *C. nardus*. Mahalwal e Ali (2003), detectaram a presença de citronelal, geraniol, gama-terpineol e hidrato de cis-sabineno. Castro et al. (2010) encontraram como compostos majoritários citronelol, geraniol e elemol. Singh et al., (2011) identificaram alfa-t-bergamoteno, valenceno e tau-cadineno. Essa diferença na composição química constatada por diferentes autores pode estar relacionada a fatores ambientais, genéticos e fenológicos.

Castro et al. (2010) identificaram 23 compostos químicos no óleo essencial de *C. nardus*, divididos em mono e sesquiterpenos. Eles são limoneno, linalol, isopulegol, citronelal, citronelol, neral, geraniol, acetato de citronelol, acetato de geraniol, beta-elemeno, germacreno D, alfa-muroleno, germacreno A, gama-cadineno, delta-cadineno, elemol, germacreno D-4-OL, óxido de cariofileno, tau-cadinol, beta-eudesmol, alfa-eudesmol, alfa-cadinol, farnesol. Foram identificados três compostos majoritários citronelol (monoterpeno), o geraniol (monoterpeno) e elemol (sesquiterpeno).

Oliveira et al. (2010), encontraram como componentes majoritários, citronelal (34,60%), geraniol (23,17%) e citronelol (12,09%) no óleo essencial de *C. nardus*.

Andrade et al. (2012) identificaram 17 constituintes do óleo essencial de *C. nardus*, limoneno, linalol, isopulegol, citronelal, citronelol, geraniol, geranial, acetato de citronelila, eugenol, acetato de geranila, beta-elemeno, germancreno D, tau-cadineno, elemol, germancreno D-4-OL, epi-alfa-muurolol, 7-epi-alfa-eudesmol, sendo os componentes majoritários os monoterpenos acíclicos, citronelal (47,12%), geraniol (18,56%), e citronelol (11,07%).

Veloso et al. (2012) avaliaram a influência da adubação orgânica sobre o teor e a composição do óleo essencial de *C. nardus*, e identificaram 22 compostos químicos separados em hidrocarbonetos monoterpênicos (beta-mirceno e limoneno), monoterpenos oxigenados (bergamal, linalol, cis-óxido de rosa, isopulegol, citronelal, beta-citronelol, geraniol, formato de citronelila, formato de geranila, acetato de citronelila e acetato de geranilacomo), hidrocarbonetos sesquiterpênicos (beta-elemeno e tau-cadineno) e os sesquiterpenos oxigenados (elemol, germacreno-D-4-OL, gamma-eudesmol, epi-alfa-murolol, beta-eudesmol, alfa-eudesmol e alfa-cadinol). Os constituintes majoritários foram citronelal, geraniol e citronelol.

O óleo essencial de *C. citratus* (capim-limão) é caracterizado por apresentar citral como componente majoritário na forma de seus dois isômeros: geranial e neral. O citral é utilizado como matéria prima de importantes compostos químicos, denominados iononas, utilizados na perfumaria e na síntese de vitamina A (MARTINS et al., 2004).

Furlan et al. (2010) avaliaram o conteúdo entre populações de *C. citratus*, que apresentaram como constituintes majoritários neral, geranial e geraniol, os autores detectaram que o teor desses monoterpenos pode variar devido a ocorrências de fatores fitogeográficos e/ou microclimáticos.

2.3 COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *OCIMUM* SPP

Os óleos essenciais de plantas do gênero *Ocimum*, família Lamiaceae, apresentaram diferenças no percentual e no tipo de compostos químicos. No óleo de *O. gratissimum* L. (alfavacão) foram identificados eugenol (40-66%) e timol (31%), no óleo de *O. campechianum* Mill. (alfavaca) 1,8-cineol (62%) e beta-cariofileno (78,7%), o óleo de *O. selloi* Benth (alfavaquinha) contém metil chavicol (40%) e o de *O. basilicum* L. (manjeriço) 1,8-cineol (22%), linalol (49,7%), metil chavicol (47%) e cinamato de metila (65,5%) (VIEIRA; SIMON, 2000).

Fernandes et al. (2004), estudaram a composição química do óleo essencial de folhas de *O. basilicum* (manjerição de folha estreita e folha larga), cultivado em ambiente protegido e identificaram alfa-pineno, sabineno, beta-pineno, mirceno, limoneno, 1,8-cineol, cis-ocimeno, trans-4-tujano, linalol, terpin-4-ol, alfa-terpinol, acetato de bornila, eugenol, alfa-copaeno, acetato de geranila, beta-bourboneno, beta-cubeneno, beta-elemeneno, metil eugenol, alfa-cis-bergamoteno, alfa-guaieno, beta-cis-farneseno, alfa-humuleno, beta-trans-farneseno, cis-murolo-4(14),5 dieno, germacreno-D, beta-selineno, biciclogermacreno, beta-trans-guaieno, alfa-bulneseno, beta-bisaboleno, gama-cadineno, beta-sesquifelandreno, espatulenol, 1-10-di-epi-cubenol.

Linalol é o constituinte majoritário do óleo de *O. basilicum* utilizado como composto de partida para várias sínteses importantes como acetato de linalila, testado como acaricida, bactericida e fungicida. Uma característica singular do linalol é a presença do carbono assimétrico na sua estrutura (RADÜNZ, 2004).

Estudos relatam que o teor de óleo essencial em *O. basilicum* encontra-se na faixa de 1,5 e 3% (p/p), dependendo da região geográfica. Normalmente existem variações consideráveis entre os constituintes majoritários, pelo fato de serem produzidos por duas rotas bioquímicas diferentes. Na rota do ácido chiquímico, os maiores constituintes são metil chavicol, eugenol e cinamato de metila, e na rota do ácido mevalônico os componentes majoritários são linalol e geraniol (MAZUTTI et al., 2005).

Carvalho Filho et al. (2006), estudaram a composição química do óleo essencial de folhas de *O. basilicum* e identificaram os seguintes compostos: mirceno, 1,8-cineol, beta-(Z)-ocimene, linalol, terpin-4-ol, alfa-terpineol, geraniol, eugenol, alfa-trans-bergamotene, germacrene-D, gama-cadinene e alfa-cadinol. Já Luz et al. (2009) identificaram como principais constituintes químicos do óleo essencial de manjerição (*O. basilicum*) os compostos 1,8-cineol, linalol, geraniol, calareno e germacreno-D.

2.4 NEMATOIDES DO GÊNERO *MELOIDOGYNE* SPP

Os fitonematoides constituem uma fração do Filo Nemata, tido como o grupo de invertebrados mais abundantes e diversificados do planeta (CARES; HUANG, 2000). Dentre os diferentes fitonematoides, aqueles pertencentes ao gênero *Meloidogyne* Goeldi, da família Heteroderidae, denominados formadores de galhas, destacam-se como os mais importantes devido a sua ampla distribuição geográfica, polifagia e também pelas diferenças biológicas

ligadas ao parasitismo que pronovem o aparecimento de raças fisiológicas entre populações da mesma espécie (CARNEIRO, 1992; FERRAZ, 1985).

Os nematoides das galhas são endoparasitas obrigatórios de plantas e apresenta ampla distribuição geográfica, atancando a maioria das espécies de interesse econômico, e ainda apresentam interação com outros organismos patogênicos, o que os classificam como um dos principais responsáveis por perdas de até 90% da produtividade agrícola nos ecossistemas tropicais e subtropicais (ECHEVERRIGARAY et al., 2010).

No Brasil, várias espécies de *Meloidogyne* têm sido encontradas associadas a várias culturas, dentre elas *M. incognita* Chitwood (KOFOID), *M. hapla* Chitwood, *M. arenaria* Chitwood (NEAL), *M. coffeicola* Lordello e Zamith, *M. javanica* Chitwood (TREUB), *M. mayaguensis* Rammah e Hirschmann e *M. paranaensis* (CARNEIRO et al. 1992).

A ação destes nematoides nas diferentes espécies cultivadas leva a perdas significativas da produtividade agrícola e à redução do valor comercial do produto vegetal devido ao aspecto desagradável que confere às partes parasitadas (MOURA, 1996).

2.5 HOSPEDABILIDADE DE *MELOIDOGYNE* EM PLANTAS MEDICINAIS

A hospedabilidade de nematoides fitoparasitas em plantas medicinais tem sido demonstrada em alguns trabalhos. Zem, (1977) avaliou a hospedabilidade de treze plantas ao nematoide das galhas e constatou que *Portulacca oleracea* L. (beldroega) é boa hospedeira dos nematoides *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* e, que *Alternanthera brasiliana* L. (perpétua-do-brasil) e *Momordica charantia* L. (melão-de-são-caetano) são boas hospedeiras de *M. javanica*.

Levantamento realizado nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul por Antonio e Lehman (1978) mostraram que *Acanthospermum australe* Loefl. (carrapichinho), *Agerantum conyzoides* L. (mentrasto), *Alternanthera ficoidea* L. (apaga-fogo), *Amaranthus* spp. (caruru), *Asclepias curassavica* L. (oficial-da-sala), *Leonorus sibiricus* L. (rubim), *Emilia sonchifolia* L. (falsa-serralha) e *Talinum patens* Willd. (maria gorda) foram suscetíveis a *M. javanica*. Como suscetíveis a *M. incognita*, foram observados *A. conyzoides*, *A. ficoidea*, *E. sonchifolia*, *Solanum americanum* Mill. (maria-pretinha) e *Sida* spp. (guanxuma). Para *M. arenaria* foram suscetíveis *Ipomoea* spp. (corda-de-viola), *Polygonum punctatum* Elliott (erva-de-bicho) e *Sida* spp.

Ferraz et al. (1978) fizeram o primeiro relato dos principais gêneros e espécies de fitonematoides na região de Jaboticabal (SP), onde os autores identificaram treze espécies de

nematoides de importância agrícola, pertencentes a nove gêneros, em vinte e sete espécies de plantas de ocorrência generalizada nas principais culturas locais. Observaram que *P. oleracea*, *Cassia patellaria* D.C. (falsa-mimosa) e *A. australe* hospedaram *M. arenaria*, enquanto *A. ficoidea* hospedou *M. incognita*. Já em *Indigofera hirsuta* L. (anileira) foi constatada fêmeas uma espécie não identificada *Meloidogyne*.

Ferraz et al. (1982), em trabalho na região de Jaboticabal (SP), identificaram 11 espécies de nematoides, pertencentes a sete diferentes gêneros, em 19 espécies de plantas daninhas, algumas com propriedades medicinais. Dentre elas *I. hirsuta*, *A. ficoidea*, *P. oleracea*, *Amaranthus hybridus* L. (caruru), *Ipomoea* sp, *A. conyzoide*, *Bidens pilosa* L. (picão-preto) hospedaram o nematoide *M. incognita*.

Costa Manso et al. (1985) avaliaram a suscetibilidade de 23 plantas medicinais ao parasitismo de *M. javanica* sob condições de casa de vegetação, utilizando a escala de Índice de Infestação Taylor e Sasser (1978). As plantas de *Matricaria chamomilla* L. (camomila), *Plantago major* L. (tanchagem) e *P. oleracea* apresentaram-se altamente suscetíveis, enquanto *Allium* spp. (alho), *A. ascalonicum* L. (cebolinha branca), *C. citratus*, *Phytolacca dodecandra* L'Herit (fitolaca), *Jatropha* sp. L. (pinhão-manso), *Eleutherine plicata* Urb. (marupazinho) e *Spilanthes acmella* Murr. (jambuaçu) foram imunes à infestação.

A incidência de nematoides de galhas, também, foi constatada em plantas medicinais e aromáticas por Haseeb e Pandey (1987) na Índia, que identificaram 22 novos hospedeiros de *M. incognita* e 21 de *M. javanica*.

Lordello et al. (1988) estudaram a multiplicação de *M. javanica* em dez espécies de plantas de larga ocorrência e observaram que *Sonchus oleraceus* L. (serralha) comportou-se como não hospedeira ao nematoide.

Reações de dez espécies de plantas, dentre estas quatro medicinais, foram estudadas por Moura, Régis e Moura (1990) em relação ao parasitismo de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*. *Mentha crispa* L. (hortelã-de-folha-miúda), *Vetiveria zizanioides* L. (capim-sândalo) e *Coronopus didymus* L. (mastruço) foram imunes às duas espécies de nematoides, enquanto *Coleus amboinicus* Lour. (hortelã-da-folha-larga) comportou-se imune apenas a *M. javanica*.

Quarenta e sete espécies vegetais foram avaliadas quanto à reação a *M. graminicola*. Dentre as espécies foram avaliadas algumas plantas medicinais, *A. viridis* e *Sida rhombifolia* L. (guanxuma) foram resistentes ao nematoide (SICILIANO et al., 1990).

Gonzaga e Ferraz (1994) identificaram como plantas valiosas no controle de *M. incognita* raça 3, duas espécies de *Crotalaria* spp. (crotalaria), *Leucaena leucocephala* Lam.

(leucena), *Stylosantes* sp. (estilosantes), *Centrosema pubescens* Benth. (centrosema), *Zinnia elegans* L. (zínia) e *Macroptilium atropurpureum* L. (siratro) e para *M. javanica* as mesmas espécies de crotalaria e o siratro.

Souza, Mattos e Karl (1995) estudaram a suscetibilidade de 65 espécies de plantas medicinais a *M. javanica* e/ou *M. incognita*, caracterizada conforme a escala de Taylor e Sasser (1978). Dezenove mostraram resistência e 42 mostraram-se como intermediária a pelo menos uma das espécies de nematoide. Das 31 plantas mais cultivadas, citadas pelos autores, 19 foram suscetíveis a *M. javanica* e/ou *M. incognita*.

Maciel e Ferraz (1996) estudando as taxas reprodutivas de *M. incognita* raça 2 e *M. javanica* em oito espécies de plantas medicinais, sob condições de casa-de-vegetação, com base nos índices de massas de ovos e nos fatores de reprodução dos nematoides, identificaram *Achillea millefolium* L. (mil-folhas), *Arctium lappa* L. (bardana), *Bryophyllum calycinum* Salisb. (folha-da-fortuna) e *Crassula portulacea* Lam. (bálsamo) como hospedeiras desfavoráveis a ambas as espécies. *Plectranthus barbatus* A. (boldo) e *Polygonum hidropiperoides* M. (polígono) com suscetibilidade à reprodução das duas espécies. *Achyrocline satureoides* Lam. (macela) e *Tropaeolum majus* L. (chagas) foram eficientes para *M. javanica* e não para *M. incognita*.

Ponte et al. (1996) relataram que *Artemisia absinthium* L. (losna) e *Waltheria americana* L. (malva-branca) estavam em associação a uma ou mais espécies do gênero *Meloidogyne*, patogenicidade de *M. javanica* em *O. basilicum* var. *basilicum* (basilicão), *O. sanctum* L. (tulsi), *Melissa officinalis* L. (melissa) e *A. conyzoides* em microparcelas, a campo, e que mentrasto, erva-cidreira e tulsi foram altamente suscetíveis a *M. javanica* com índice 5 de galhas e massas de ovos (mais de 100 galhas ou massas de ovos). Já *O. basilicum* var. *basilicum* foi altamente suscetível e, ao contrário das demais plantas, intolerante a *M. javanica* (KARL et al., 1997).

Segundo Asmus e Andrade (1997), ocorre uma boa reprodução de *M. javanica* nas plantas *Bidens pilosa* L. (picão) e *S. americanum*, enquanto que *S. rhombifolia* foi considerada resistente pelos autores, por apresentar fator de reprodução inferior a um.

A hospedabilidade de *A. conyzoides* a *M. incognita* foi semelhante a do *Solanum lycopersicum* (tomateiro), sugerindo que essa espécie vegetal não reduz a população de *M. incognita* no solo. Além de suas propriedades medicinais esta planta é descrita como planta daninha, podendo favorecer a manutenção da população de nematoide em áreas infestadas (DIAS et al., 1998).

Ocorrência de nematoides das galhas em plantas medicinais foi constatada em Curitiba e Região Metropolitana (Quatro Barras e Almirante Tamandaré) (PRODOCIMO; LOZANO, 1998). Das 71 amostras de plantas coletadas, cerca de 50% das plantas medicinais estavam parasitadas por uma ou mais espécies de nematoides do gênero *Meloidogyne*. Foram encontradas quatro espécies: *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* e *M. javanica* e alguns espécimes não puderam ser identificados.

Cento e oitenta e nove amostras de solo e/ou raízes foram coletadas por Souza, Campos e Maximiliano (1998) em 28 municípios dos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Norte, Pará e Pernambuco, obtida de hortaliças e plantas medicinais, com o objetivo de estudar a ocorrência e a distribuição de fitonematóides nessas plantas. A frequência de nematoides do gênero *Meloidogyne* foi de 27,5% de *M. incognita*, 24,8% de *M. javanica* e 5,2% de *M. hapla*. Outros gêneros de nematoides foram encontrados associados com essas plantas.

Werlang e Santos (2000) avaliaram a hospedabilidade de *M. javanica* em *P. oleracea* e observaram que este vegetal foi um bom hospedeiro. Park et al. (2004) testaram a hospedabilidade de 22 espécies medicinais a *M. hapla*, em casa de vegetação na Coreia. A hospedabilidade foi avaliada com base no índice de galhas proposto por Taylor e Sasser (1978) e no fator de reprodução (FR) segundo Oostenbrink (1966). Doze espécies foram suscetíveis ao nematoide com índice de galhas de 2,6-5,0 e FR 1,3-10,6. Três foram imunes FR zero. Cinco espécies foram consideradas resistentes com FR de 0,3-0,6. Uma foi tolerante FR de 0,0 e uma hipersensível.

Myers et al. (2004), demonstraram a importância de algumas plantas como hospedeiras de nematoides em estudo realizado no norte da Flórida (USA), verificaram em casa de vegetação a resistência de *Lepidium virginicum* L. (vassourinha) ao nematoide *M. incognita*.

Ao avaliarem a suscetibilidade de plantas medicinais a *M. javanica*, Costa Manso et al. (1985) verificaram que *Jatropha* sp. mostrou-se imune ao nematoide. Fernandes e Asmus, (2007) avaliaram a reação de *Jatropha* sp. ao *M. javanica* e *Rotylenchulus reniformis*, dois importantes nematoides fitoparasitas no Brasil, concluindo que a espécie é resistente ao primeiro e suscetível, porém tolerante, ao segundo.

Trinta e oito espécies de plantas daninhas foram avaliadas quanto à reação ao nematoide *M. paranaensis*, sendo que algumas com propriedades medicinais. As espécies, *P. oleracea*, *Chenopodium album* L. (ançarinha-branca), *Talinum paniculatum* Jacq. (maria-gorda), *Verbena litoralis* Kunth (erva-de-pai-caetano), *Lepidium pseudodidymum* Thell. (mentruz), *Momordica charantia* L. (karela), *A. conyzoides*, *Physalis angulata* L. (joá-de-capote), *Polygonum persicaria* L. (erva-de-bicho) foram suscetíveis ao nematoide. Já *Porophyllum*

ruderales Jacq. (erva-fresca), *Ipomoea quamoclit* L. (esqueleto), *Leonurus sibiricus* L. (rubim), *S. rhombifolia*, *E. sonchifolia*, *S. oleraceus*, *S. americanum* apresentaram $FR \leq 1$ e foram, portanto, resistentes. *Leonotis nepetaefolia* L. (cordão-de-frade) foi imune com FR zero (MÔNACO et al., 2008).

Considerando o valor terapêutico e o econômico quatorze espécies de plantas medicinais foram avaliadas quanto à resistência a *M. paranaensis*, os resultados obtidos indicaram *Artemisia dracunculus* L. (estragão), *Taraxacum officinales* Web. (dente-de-leão), *Matriarca recutita* L. (camomila verdadeira), *Melissa officinales*, *Hyssopus officinalis* L. (hissopo), *Petiveria alliacea* L. (guiné), *Lippia alba* Mill. (lípia), *Kalanchoe pinnata* Lam. (folha-da-fortuna) e *S. dendroideum* podem ser cultivados em áreas infestadas por *M. paranaensis*. *O. basilicum*, *P. barbatus* e *Mentha pulegium* L. (poejo) foram suscetíveis e possivelmente aumentarão a população de *M. paranensis* no solo, proporcionalmente aos valores do FR (MÔNACO et al., 2011).

2.6 CONTROLE DE FITONEMATOIDES COM EXTRATOS E ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS

Algumas plantas são mais comumente estudadas como matérias primas para o preparo de extratos ou para a extração de óleos essenciais com propriedades nematicidas como é o caso de *Mucuna pruriens* L. (mucuna), *Tagetes* spp. (cravo-de-defunto), *Crotalaria* spp. (sendo a *C. juncea* L. a mais estudada), *A. indica*, várias gramíneas, *R. communis* L. (mamona), brássicas e plantas medicinais e aromáticas (FERRAZ et al., 2010).

Dias et al. (2000) relatam que o controle de *M. incognita* através do extrato macerado e da infusão de *Tanacetum vulgare* (catanga de mulata) e *M. charantia* foi maior que 90% em alguns dos casos. Os autores Dias-Arieira et al. (2003) concluindo seus estudos, relataram que os extratos das plantas *Brachiaria brizantha* Stapf. (braquiária) e *Panicum maximum* Jacq. (capim-guiné) cv. Guiné tiveram efeito significativo para redução da eclosão de juvenis de *M. javanica* e não apresentaram influência alguma para o *H. glycines*. Os autores sugerem que o fato deste nematoide apresentar diapausa em seu ciclo evolutivo pode ter levado a resistência.

Salgado e Campos (2003) testando alguns produtos naturais e extratos de algumas plantas concluíram que, o soro de leite, o fermento biológico, a canela e o cloreto de sódio, foram tóxicos a J_2 de *M. exigua*, enquanto que o probiótico, cravo-da-índia, canela e soro de leite foram eficazes na redução da eclosão.

Em relação ao nematoide *M. incognita* mais de uma classe de compostos de plantas (isoflavonóides e amidas) está associada à atividade nematicida (Demuner et al., 2003).

O extrato aquoso de flores de *T. patula* quando aplicando no solo a 0,05 g mL⁻¹ tem um efeito nematicida, pois causou reduções no número de galhas, número de juvenis no solo e número de ovos de *M. incognita* das raízes de *S. lycopersicum* na ordem de 62,2%, 61,5% e 52,8%, respectivamente (Franzener et al., 2007).

Os extratos aquosos de *Euphorbia hirta* L. (espinho-de-cristo), *Phyllanthus amarus* L. (quebra-pedra) e *Cassia obtusifolia* L. (fedegoso) a 0,15 e 0,20 g mL⁻¹, causam até 100% de mortalidade de juvenis de *M. incognita* 'in vitro' (Olabiya et al., 2008).

Os extratos de *Mentha piperita* L. (hortelã), *Arctium lappa* L. (bardana) e *R. communis*, foram eficientes em controlar *M. javanica* quando adicionados ao solo (Gardiano et al., 2009).

Coutinho et al. (2009) estudando a relação da farinha da semente de *Carica papaya* L. (mamão - FSM) aplicado juntamente com *Pochonia chlamydosporia* no controle de *M. javanica*, observaram efeito de doses de FSM quando foi incorporada com a fibra de coco colonizada pelo fungo *P. chlamydosporia*, mas quando as mesmas doses de FSM foram incorporadas juntamente com o fungo, na forma de clamidósporos, o efeito de doses de FSM não foi verificado.

Em pesquisas com o *C. citratus*, Gardiano et al. (2009), verificaram redução de 44,2% na reprodução de *M. javanica*, quando utilizado o extrato aquoso na dose de 0,1g mL⁻¹.

Segundo Gardiano et al. (2010), os extratos aquosos de sementes de *C. rotalaria breviflora*, *C. juncea*, *C. mucronata* e *C. spectabilis* aplicados semanalmente apresentaram pouca ou nenhuma eficiência na redução do número de galhas e de ovos de *M. javanica* em *S. lycopersicum*.

O extrato aquoso obtido de folhas de *C. mucronata*, na concentração de 0,2 g mL⁻¹, quando aplicado via solo em plantas de *S. lycopersicum*, reduziu o número de galhas causadas por *M. javanica* em 33% em comparação com a testemunha, no qual foi aplicado somente água (GARDIANO et al., 2010).

Para Silva et al. (2011) o extrato da folha de *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá) e do *Enterolobium contortisiliquum* Vell. (Tamboril) foi eficiente em reduzir o número de galhas de *M. javanica* em plantas de *S. lycopersicum*. Além da redução do número de galhas, também foi constatado 100% de imobilidade dos J₂.

Os óleos essenciais são misturas complexas e seus constituintes podem pertencer as mais diversas classes de compostos, porém os terpenos e os fenilpropanos são as classes de compostos mais comumente encontradas. Os terpenos encontrados com maior frequência nos óleos essenciais são os monoterpenos e sesquiterpenos, bem como os diterpenos, constituintes minoritários dos óleos essenciais (CASTRO et al., 2004).

Os óleos essenciais são potencialmente úteis no manejo de doenças de plantas cultivadas (SALGADO et al., 2003). O efeito desses óleos sobre a eclosão e desenvolvimento do nematoide das galhas tem sido comprovado por vários pesquisadores (ABID et al., 1997; ISMAN, 2000; OKA, 2001; BOSENBECKER, 2006).

Pandey et al. (2000), estudando o efeito de óleos essenciais de *E. citriodora* e *O. basilicum* sobre *M. incognita*, verificaram 100% de mortalidade de J₂ na concentração de 250 ppm, enquanto que o óleo de *C. martinii* Roxb. (palmarosa) só provocou a mesma mortalidade na concentração de 1.000 ppm.

Bosenbecker (2006) e Oka et al. (2000) avaliaram o efeito do contato do óleo essencial de *M. piperita* sobre *M. javanica* durante 24 h, e encontraram índices de mortalidade de 76 a 78 %.

Estudo dos efeitos de 88 diferentes óleos essenciais obtidos de plantas medicinais na concentração de 10 mg mL⁻¹, para o controle do nematoide *Bursaphelenchus xylophilus* foram desenvolvidos por Kong et al. (2006). Eles verificaram que os óleos essenciais de *Cinnamomum zeylanicum* L. (canela), *C. winterianus*, *Eugenia caryophyllata* T. (cravo-da-índia), *Coriandrum sativum* L. (coentro), *C. citratus*, *Origanum vulgare* L. (orégano), *Pimenta officinalis* L. (pimenta-da-jamaica), *Satureja hortensis* L. (segurelha) e *Thymus vulgaris* L. (tomilho), causaram 100% de letalidade ao nematoide, após 24 horas de exposição.

Nos tratamentos em que foram utilizados os óleos essenciais de *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim), *O. basilicum* e *M. piperita*, verificaram efeito nematicida a *M. graminicola* de 78, 77 e 75 %, respectivamente (Steffen et al., 2008).

Os autores Corbani et al. (2010) observaram que o maior controle no número de juvenis eclodidos foi obtido com a utilização de óleos essenciais de maracujá (*Passiflora* spp.) e de *Chenopodium ambrosioides* L. (erva de santa maria), a partir da dose de 40% e que os demais óleos essenciais testados *R. communis*, *Jatropha* sp., *Stryphnodendron barbatiman* Mart. (barbatimão) e *Morus alba* L. (amora) não apresentaram efeito satisfatório no controle da eclosão de juvenis de *M. javanica*.

2.7 MOLÉCULAS TÓXICAS AOS FITONEMATOIDES

A ação nematicida do eugenol, óleo essencial presente no *O. basilicum* (manjeriço), foi comprovada por Bala e Sukul (1987) com a redução no número de galhas em raízes de quiabeiro pela aplicação do eugenol.

Tagetes patula L. (cravo-de-defunto), são plantas amplamente estudadas quanto à presença de compostos químicos com atividade nematicida. São exemplos os compostos, α -tertienil e alil-isotiocianato. Compostos presentes nas raízes de *T. patula* dependem de fotoativação, ou da ação da peroxidase ou de outros ativadores para serem liberados (CHITWOOD, 2002). O extrato aquoso a $0,1\text{g mL}^{-1}$ obtido da parte aérea de plantas secas da espécie *T. erecta*, também apresentou-se eficiente na redução de galhas causadas por *M. incognita* em plantas de *S. lycopersicum*, apresentando resultado semelhante ao do carbofurano (NATARAJAN et al., 2006).

Bharadwaj e Sharma (2007) verificaram em experimentos realizados *in vitro*, que as doses de 6,6%, 10%, 13,3%, 16,6% ou 20% do extrato aquoso oriundo de folhas de *T. patula* inibiram a eclosão de J2 de *M. incognita* em 100% após 48 horas de exposição dos juvenis nas diferentes concentrações do extrato.

Outra planta utilizada para suprimir nematoides é a *Crotalaria* spp. tendo o alcaloide monocrotalina, isolado de *C. spectabilis*, inibindo o movimento de juvenis de *M. incognita* (CHITWOOD, 1993).

Em estudos com extratos de plantas, diversas substâncias com ação nematicida foram encontradas, algumas já foram purificadas e caracterizadas (SALGADO; CAMPOS, 2003). O álcool alifático 1-triacontanol e o éster tetracosanato de triacontila, isolados a partir de parte aérea de *Mucuna pruriens* L. (mucuna preta), exibiram atividade nematicida contra *M. incognita* raça 3, reduzindo a eclosão de J₂ em ensaios '*in vitro*' (NOGUEIRA et al., 1996).

Espécies como *C. winterianus* vem sendo utilizadas em pesquisas, por serem ricas em citronelal, componente responsável pela ação inseticida (LABINAS; CROCOMO, 2002) e fungicida (DIKSHIT; HUSAIN, 1984).

O óleo essencial de *Mentha spicata* L. (hortelã-comum), *M. piperita*, *M. rotundifolia* L. (hortelã branca) e *M. arvensis* L. (menta inglesa) apresentaram compostos com atividade nematicida comprovada como limonene, piperitona e mentol (SANGAWN et al., 1990, OKA et al., 2000, PANDEY et al., 2000).

Os quassinoides chaparrinona, claineanona, glaucarubolona encontrados nas sementes da planta *Hannoa undulata* Guill.Perr. inibiram a penetração de J₂ de *M. javanica*

em *S. lycopersicum*, na concentração de 1,5 µg mL⁻¹ (CHITWOOD, 2002). Quimicamente os quassinoides são considerados triterpenos biodegradados com alto padrão de oxigenação apresentam uma ampla faixa de atividade biológica (ALMEIDA et al., 2007).

Ação nematicida foi observada por Matos et al. (2004) nos óleos das plantas de *Lippia sidoides* Cham. (alecrim-pimenta) e *C. winterianus* que contem as substâncias timol e cravacrol (*L. sidoides*) e citronelal (*C. winterianus*), os quais apresentam ação antimicrobiana contra fungos e bactérias.

Aguiar e Costa (2005), em sua revisão, citam três quimiotipos de *M. officinalis* (melissa): tipo I – com teores elevados de mirceno e citral; tipo II – com teores elevados de limoneno e citral e tipo III – com limoneno e carvona e com ausência de citral.

Dos constituintes extraídos de *Rheedia gardneriana* Planch. Triana (bacupari), 7-epiclusianona, o ácido oleanólico e uma mistura de sesquiterpenos foram testados no controle ‘*in vitro*’ do fitonematóide *M. incognita* raça 3 e o ácido oleanólico foi o que apresentou melhor resultado (SANTOS et al., 2007).

O *C. citratus* é uma gramínea perene e os principais constituintes do seu óleo essencial são o citral (mistura dos aldeídos geranial + neral) e alguns terpenos (mirceno - monoterpeneo e geraniol - álcool terpênico) (NEGRELLE; GOMES, 2007). O geraniol, composto químico encontrado no *C. citratus* possui atividade nematicida em J₂ de *M. javanica*, *H. cajani* e *Tylenchulus semipenetrans* (SANGWAN et al. 1990).

Freitas et al. (2000), observaram grande redução de ovos e na formação de galhas de *M. javanica* em *S. lycopersicum* com o uso de produto à base de capsaicina, capsainóides e isotiocianato alila.

Neves et al. (2009) concluíram que o extrato de *Capsicum frutescens* L. (pimenta malagueta) causou redução do número de galhas e de ovos nas concentrações de 400 e 200 ppm e não causou fitotoxidez em nenhuma das concentrações, mas o melhor resultado foi obtido na concentração de 400 ppm onde o número de galhas reduziu em de 23,5% e o número de ovos em 45,5% com relação a testemunha. O óleo de *Brassica juncea* L. (mostarda) apresentou alta eficiência em relação à redução do número de galhas e de ovos e a concentração mais indicada foi a de 10%, com redução de 99% do número de galhas e de ovos e apresentou plantas com altura e peso significativamente maiores que a testemunha.

Segundo Echeverrigaray et al. (2010) o óleo de *M. officinalis* apresentou ação sobre a mobilidade dos nematoides e redução do número de galhas, e os autores atribuíram esta ação à presença de citral e do geraniol no óleo desta planta.

Marino et al. (2012) verificaram que o óleo de *L. alba* apresentou efeito nematicida ‘*in vitro*’, por reduzir a taxa de eclosão de *M. incognita* raça 1 e favorecer a mortalidade do estágio juvenil J₂ eclodido, devido ao linalol ou ação conjunta de outros compostos presentes no óleo.

3 ARTIGO A: ATIVIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE FOLHAS NO CONTROLE DE *MELOIDOGYNE INCOGNITA*, *M. JAVANICA* E *M. PARANAENSIS*, EM CASA DE VEGETAÇÃO

3.1 RESUMO: Os fitonematoides são importantes pelos danos provocados as plantas e pela dificuldade de controle. Uma forma alternativa de controle dos nematoides é o uso de extratos vegetais com potencial nematicida. O objetivo deste trabalho foi testar o efeito de extratos aquosos de seis espécies com potencial nematicida no controle de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. O estudo foi realizado com *Solanum lycopersicum* cv. 'Santa Cruz', em vasos de 3L de capacidade, preenchido com substrato composto por uma mistura de solo + areia (1:2), mais dois gramas de NPK (8-20-16). O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos [*Pennisetum purpureum*, *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. basilicum* (manjerição cv. 'Toscano'), *O. purpureus* e *Brassica juncea*, mais uma testemunha controle sem extrato] e cinco repetições. Os extratos foram obtidos com a trituração de folhas secas em água destilada (1g/10 mL). Os inóculos de nematoides foram extraídos de raízes de *S. lycopersicum* cv. 'Santa Cruz'. Foi avaliado o efeito dos extratos foi pela aplicação direta no solo logo após a inoculação dos nematoides. As plantas de *S. lycopersicum* foram mantidas em casa de vegetação. Após 60 dias da inoculação, avaliou-se a massa fresca de raízes, o nº de ovos + J₂ por sistema radicial e por grama de raiz, e o fator de reprodução (FR = nº de ovos final/ nº de ovos inicial). As médias obtidas foram analisadas pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. Os extratos vegetais aquosos aplicados ao solo foram eficientes em reduzir a multiplicação de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* nas raízes.

Palavras chave: Nematóides. Plantas medicinais. Compostos nematicidas. Biocontrole.

3.2 ABSTRACT: The plant parasitic nematodes are important for damage caused to plants and by the difficulty of control. An alternative form of control of the nematodes is the use of plant extracts with potential nematicide. The objective of the study was to test the effect of aqueous extracts of six species with potential nematicide on control of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. paranaensis*. The study was conducted with *Solanum lycopersicum* cv. 'Santa Cruz', in vessels of 3L capacity, filled with substrate composed of a mixture of soil sand (1:2), two grams of NPK (8-20 -16). It was conducted in a completely randomized design, with seven treatments [*Pennisetum purpureum*, *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. basilicum* (basil cv. 'Toscano'), *O. purpureus* and *Brassica juncea*, and more a witness control without extract] and five repetitions. The extracts were obtained with the grinding of dried leaves in distilled water (1g/10 mL). The inocula of nematodes were extracted from roots of *S. lycopersicum* cv. 'Santa Cruz'. It was evaluated the effect of the extracts was by direct application in soil after the inoculation of the nematodes. The *S. lycopersicum* were kept in a greenhouse. After 60 days of inoculation, evaluated the fresh mass of roots, no. of eggs J₂ per root system and per gram of root, and the reproduction factor (RF = no. eggs end/ no. eggs initial). The averages obtained were analyzed by Scott-Knott test at 5% significance level. The aqueous plant extracts applied in soil were efficient in reducing the multiplication of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. paranaensis* in roots.

Keywords: Nematodes. Medicinal plants. Nematicidal compounds. Biocontrol.

3.3 INTRODUÇÃO

Os fitonematoides estão amplamente distribuídos no solo, e são importantes pelos níveis de danos que provocam as espécies vegetais cultivadas (FERRAZ; SANTOS, 1995). Dentre as espécies mais importantes estão às pertencentes ao gênero *Meloidogyne* (Goeldi), que além de causarem danos diretos como presença de galhas e redução no número de raízes, predis põem as plantas a enfermidades fúngicas e bacterianas, resultando em perdas no rendimento das culturas, podendo matar a planta (TAYLOR; SASSER, 1983).

Segundo Ferraz et al. (2010), as plantas *Mucuna prurienses* (mucuna), *Tagetes* spp. (cravo-de-defunto), *Crotalaria* spp. (crotalaria), *Azadirachta indica* (nim), gramíneas em geral, *Ricinus communis* (mamona), brássicas e as plantas medicinais e aromáticas, são comumente estudadas para o preparo de extratos com propriedades nematicidas. Lopes et al. (2011) verificaram que a adição ao solo de folhas trituradas de *R. communis*, *A. indica*, *Eucaliptus citriodora* (eucalipto) e *Melissa officinalis* (melissa) reduzem o número de ovos de *M. javanica* em *Solanum lycopersicum* (tomateiro).

O extrato aquoso da parte aérea de plantas de *T. erecta*, foi eficiente na redução de galhas de *M. incognita* em plantas de *S. lycopersicum*, apresentando resultado semelhante ao do produto químico carbofuran (NATARAJAN et al., 2006). Segundo Franzener et al. (2007), o extrato aquoso de flores de *T. patula* quando aplicando no solo teve efeito nematicida a população de *M. incognita* presentes nas raízes de plantas de *S. lycopersicum*.

Para Gardiano et al. (2009) os extratos de *Mentha piperita* (hortelã), *Arctium lappa* (bardana), *R. communis* e *Cymbopogon citratus* (capim-limão), foram eficientes em controlar a população de *M. javanica* quando adicionados ao solo.

Baldin et al. (2012), recomendaram o uso da manipueira e do extrato de sementes de *R. communis* como uma ferramenta adicional para o uso integrado com outras práticas no manejo de *M. incognita*, principalmente, em mercados alternativos como o cultivo orgânico, que exigem práticas pouco agressivas ao ambiente e ao homem.

O objetivo foi avaliar o efeito dos extratos aquosos de folhas de *Pennisetum purpureum*, *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. basilicum* cv. ‘Toscano’, *O. purpuraceus* e *Brassica juncea* no controle de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*, em plantas de *S. lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’, em de casa de vegetação.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Multiplicação das Plantas e Obtenção dos Extratos Aquosos

As espécies *Pennisetum purpureum* Schum (capim-elefante) e *Cymbopogon winterianus* Jowitt (capim-citronela) foram coletadas no mês de janeiro de 2012 na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina (UEL); *Ocimum basilicum* L. (manjerição verde), *O. basilicum* L. (manjerição cv. ‘Toscano’) e *O. purpuraceus* L. (manjerição vermelho) foram multiplicadas em casa de vegetação a partir de sementes comerciais da marca Isla® durante os meses de janeiro a março 2012, a temperatura média do período foi de 25°C com irrigação manual no período do início da manhã e final da tarde; e *Brassica juncea* L. (mostarda) foi adquirida de um revendedor de hortaliças da região de Londrina – PR, no mês de dezembro 2011.

A coleta das folhas dessas plantas foi realizada durante o período da manhã até às 10h00min. As folhas foram secas em estufa de circulação de ar forçado a temperatura de 40°C.

Os extratos aquosos das folhas das espécies vegetais selecionadas foram obtidos através da trituração destas em liquidificador com água destilada (1g de folhas secas/10 mL de água), foram preparados 100 mL dos extratos, e a suspensão obtida foi mantida em repouso por 24 horas. Após esse período, a suspensão foi filtrada para a obtenção do extrato aquoso das folhas das plantas.

3.4.2 Obtenção das Populações das Espécies de *Meloidogyne* spp

As populações de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* foram obtidas a partir de raízes de *Solanum lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’ (tomateiro), retiradas do banco de inóculo do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual de Londrina (UEL). As plantas de *S. lycopersicum* foram cultivadas em casa de vegetação durante 45 dias, depois as raízes foram separadas da parte aérea, lavadas cuidadosamente e processadas para extração dos ovos e juvenis, segundo metodologia descrita por Boneti e Ferraz (1981). Os nematoides foram quantificados ao microscópio óptico, em câmara de contagem de Peters. As suspensões foram calibradas para conter 500 ovos e/ou juvenis por mL, e constituíram os inóculos utilizados no trabalho.

3.4.3 Montagem, Inoculação e Avaliação do Efeito dos Extratos sobre os Nematoides

O estudo foi realizado com plantas de *S. lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’, devido à suscetibilidade a multiplicação das três espécies de nematoides em suas raízes. A semeadura foi realizada em vasos de plástico com 3L de capacidade, foram utilizadas cinco sementes por vaso, e 15 dias após emergência (DAE) fez-se o raleamento deixando apenas uma planta por vaso, depois de 25 DAE o experimento foi conduzido durante os meses de agosto a novembro de 2012.

O substrato utilizado foi uma mistura de solo + areia na proporção de 1:2, mais a aplicação de dois gramas por vaso do adubo granulado NPK (8-20-16) aos 10 dias da semeadura. O solo utilizado foi comprado de uma empresa de terraplanagem que o retirou de oito metros de profundidade e foram realizadas análises prévias para a garantia de ser um solo isento de nematoides fitoparasitas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com sete tratamentos, (seis extratos aquosos de folhas de *P. purpureum*, *C. winterianus*, *O. basilicum*, *O. basilicum* cv. ‘Toscano’, *O. pupuraceus* e *B. juncea*, mais uma testemunha controle sem extrato) e cinco repetições para cada tratamento.

Os inóculos de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* foram aplicados na quantidade de 10 mL contendo 5000 ovos + J₂ separados por espécie diretamente ao redor do colo das plantas de *S. lycopersicum* em cada vaso. Em seguida, foram aplicados 10 mL dos extratos aquosos de cada espécie vegetal avaliada, separadamente, em cada vaso. Para evitar a lixiviação dos extratos, a irrigação foi controlada para não exceder 80% da capacidade de campo durante as primeiras 72 horas da aplicação, garantido assim que eles tenham permanecido no solo neste período. A inoculação dos nematoides foi realizada após 20 dias da emergência das plântulas de *S. lycopersicum*, que foram mantidas em casa de vegetação durante 60 dias da inoculação (DAI).

Após 60 DAI no início de mês de novembro, as raízes foram coletadas, lavadas cuidadosamente, e pesadas para determinação da massa fresca de raízes. Em seguida, estas foram processadas pela técnica de Boneti e Ferraz (1981), para extração e quantificação do nº de ovos + J₂ e determinação do fator de reprodução (FR = nº de ovos final/ nº de ovos inicial) segundo Oostenbrink (1966).

3.4.4 Análise Estatística dos Dados

As médias foram analisadas pelo teste de comparações múltiplas de Scott-Knott ao nível de 5% de significância, após rejeitar a igualdade das mesmas através da análise de variância.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram o efeito dos extratos aquosos das folhas das espécies testadas sobre a reprodução de *M. incognita* nas raízes de *S. lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’.

Tabela 1 – Efeito dos extratos aquosos de folhas de *Pennisetum purpureum*, *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. basilicum* cv. ‘Toscano’, *O. purpureus* e *Brassica juncea* sobre a massa de raízes de *Solanum lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’, reprodução de *Meloidogyne incognita* nas raízes e porcentagem de controle, aos 60 dias da inoculação. Londrina 2013.

Extratos	Massa de raízes	Nº de ovos + J ₂ / raízes	Nº de ovos + J ₂ / grama de raiz	Fator de reprodução	Controle (%)
<i>P. purpureum</i>	23,25 ¹ b ²	31.350 ¹ b ²	1.287 ¹ b ²	6,27 ¹ b ²	70,22
<i>C. winterianus</i>	23,92 b	34.720 b	1.466 b	6,94 b	67,02
<i>O. basilicum</i>	27,02 b	22.540 b	970 b	4,51 b	78,59
<i>O. basilicum</i> cv. ‘toscano’	34,82 b	27.020 b	804 b	5,40 b	74,34
<i>O. purpureus</i>	23,08 b	54.040 b	2.121 b	10,81 b	48,67
<i>B. juncea</i>	25,88 b	36.400 b	1.433 b	7,28 b	65,43
Testemunha	16,06 a	105.280 a	6.592 a	21,06 a	-
CV %	13,04	6,19	32,24	34,02	-

¹ Dados referentes a médias de 5 repetições, sem transformação.

² Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%. Transformações: " $1/(x^{1/2})$ " para massa de raízes, " $(x+k)^{1/2}$ " com $k = 0,01$ para nº de ovos + J₂ por grama de raiz e "Log x" na base 10 para nº de ovos + J₂ totais e FR.

A testemunha apresentou a menor massa fresca de raízes, diferente estatisticamente dos tratamentos com extratos, os quais apresentaram médias semelhantes entre si. Charchar e Aragão (2005) evidenciaram em seus estudos que os nematoides de galhas são responsáveis por perdas de 14 a 44 % na produção de *S. lycopersicum* cultivado sob ambiente protegido.

Quanto ao nº de ovos + J₂ nas raízes, a testemunha apresentou uma média superior. Isso confirma que a aplicação dos extratos reduziu a multiplicação dos nematoides nas raízes de *S. lycopersicum*, e comprova, também, a viabilidade do inóculo utilizado no

trabalho. Já os tratamentos com extratos não apresentaram diferença estatística entre eles, sendo todos eficientes em diminuir a reprodução de *M. incognita* nas raízes. Dias et al. (2000), também, observaram que extratos de *Artemisia absinthium* (losna), de *Symphytum officinalis* (confrei) e de *Ageratum conyzoides* (mentrasto) resultaram em alta taxa de mortalidade (90%) de juvenis de *M. incognita*.

Resultados semelhantes foram observados para n^o de ovos + J₂ por grama de raiz, onde as médias obtidas nos tratamentos com os extratos foram significativamente inferiores às da testemunha controle, corroborando a ação positiva dos extratos no controle destes nematoides.

A maior reprodução de *M. incognita* encontrada na testemunha, em comparação aos demais tratamentos, demonstra que os extratos das folhas das espécies estudadas possuem substâncias capazes de reduzir o ataque dos nematoides, minimizando possíveis perdas provocadas por estes. A presença de substâncias bioativas em espécies vegetais, com capacidade de causar a morte de fitonematoides já foi comprovada (Ferraz, Valle 1997, Costa et al. 2001).

O fator de reprodução (FR) é a variável que mostra o quanto a população do nematoide aumentou ou diminuiu em determinado período de tempo. Os FRs observados nas plantas testemunhas foram estatisticamente superiores aos obtidos nas plantas tratadas com os extratos, evidenciando que os extratos impediram o aumento da reprodução de *M. incognita*.

O controle sobre a população dos nematoides causado pela aplicação dos extratos é interessante economicamente, já que a forma de obtenção dos extratos aquosos e sua aplicação no solo são feitas de forma simples e viável. Eles podem ser usados por produtores, técnicos, agrônomos, diminuindo a utilização de nematicidas e o custo de produção, também podem ser alternativa de controle para produtores de orgânicos. A maior porcentagem de controle observada foi para o extrato de *O. basilicum* seguido do *O. basilicum*, cv. 'Toscano' ambos acima de 70% de controle da população de *M. incognita* em relação à testemunha.

Silva et al. (2002), relataram que a busca por novas alternativas no controle de nematoides, para substituir os produtos químicos convencionais, é uma constante preocupação mundial.

Franzener et al. (2007) relataram que os extratos aquosos de flores de *T. patula* sem diluição, aplicados semanalmente no solo, inibiram em até 62,2% a formação de

galhas e 61,5 e 52,8% o n° de J₂ no solo e de ovos nas raízes de plantas de *S. lycopersicum*, respectivamente.

Em relação aos resultados apresentados para a espécie *M. javanica* (Tabela 2), para variável massa de raízes, o extrato de *P. purpureum* teve uma maior média com diferença significativa para os demais. Os outros tratamentos com aplicação dos extratos resultaram em médias similares à observada na testemunha sem aplicação de extratos.

Tabela 2 –Efeito dos extratos aquosos de folhas de *Pennisetum purpureum*, *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. basilicum* cv. ‘Toscano’, *O. pupuraceus* e *Brassica juncea* sobre a massa de raízes de *Solanum lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’, reprodução de *Meloidogyne javanica* nas raízes e porcentagem de controle, aos 60 dias da inoculação. Londrina 2013.

Extratos	Massa de raízes	Nº de ovos + J ₂ / raízes	Nº de ovos + J ₂ / grama de raiz	Fator de reprodução	Controle (%)
<i>P. purpureum</i>	30,16 ¹ a ²	34.160 ¹ b ²	1.072 ¹ b ²	6,83 ¹ b ²	74,02
<i>C. winterianus</i>	22,10 b	16.800 b	734 b	3,36 b	87,22
<i>O. basilicum</i>	16,80 b	17.600 b	1.182 b	3,52 b	86,61
<i>O. basilicum</i> cv. ‘toscano’	19,30 b	22.240 b	1.025 b	4,45 b	83,08
<i>O. pupuraceus</i>	19,48 b	20.280 b	1.006 b	4,06 b	84,57
<i>B. juncea</i>	22,94 b	27.720 b	1.235 b	5,54 b	78,92
Testemunha	18,14 b	131.470 a	7.093 a	26,29 a	-
CV %	13,28	30,79	24,44	30,2	-

¹ Dados referentes a médias de 5 repetições, sem transformação.

² Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%. Transformações: "(x+k)^{1/2}" com k = 1 para massa de raízes e n° de ovos + J₂ totais, k = 0,01 para n° de ovos + J₂ por grama de raiz e k = 0,1 para FR.

Para as variáveis n° de ovos + J₂ por sistema radicular e por grama de raízes, assim como para FRs, a testemunha apresentou média significativamente superior aos demais tratamentos, o que deixa claro a forte ação dos extratos na redução populacional de *M. javanica* nas raízes de *S. lycopersicum*. Gardiano et al. (2010) concluíram que os extratos aquosos de sementes de crotalaria das espécies *C. breviflora*, *C. juncea*, *C. mucronata* e *C. spectabilis*, aplicados semanalmente, apresentaram pouca ou nenhuma eficiência na redução do número de galhas e de ovos de *M. javanica*, em *S. lycopersicum*.

Com relação ao controle promovido pelos extratos sobre a população do *M. javanica*, todos tiveram porcentagens acima de 70%, que é considerado um bom nível de controle para este patógeno, e o extrato que apresentou a maior porcentagem de controle foi o de *C. winterianus* com 87,22% de redução da população do *M. javanica* em relação a testemunha sem inoculação.

Lopes et al. (2011), observaram que adição ao solo de folhas trituradas de *R. communis*, *A. indica*, *E. citriodora* e *Cymbopogon citratus* (capim-limão) reduz o número de ovos, indicando que esses materiais orgânicos podem ser uma alternativa de controle de *M. javanica* em *S. lycopersicum*.

Giaretta et al. (2009) constataram uma redução na taxa de eclosão em 88,8% para o *M. javanica* e 98,8% para o *M. incognita* comparados com a testemunha, provocada pela aplicação de extrato aquoso de sementes de *Cucúrbita moschata* (abóbora). Segundo Neves et al., (2010) extratos botânicos de *C. winterianus* e *Dendropanax cuneatum* (maria-mole) foram eficientes em promover a inativação de juvenis de *M. javanica* e *M. incognita*, “*in vitro*”.

Para os resultados da espécie *M. parananensis* sobre massa de raízes (Tabela 3), os tratamentos apresentaram maior média que a testemunha com diferença significativa.

Tabela 3 –Efeito dos extratos aquosos de folhas de *Pennisetum purpureum*, *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. basilicum* cv. ‘Toscano’, *O. pupuraceus* e *Brassica juncea* sobre a massa de raízes de *Solanum lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’, reprodução de *Meloidogyne paranaensis* nas raízes e porcentagem de controle, aos 60 dias da inoculação. Londrina 2013.

Extratos	Massa de raízes	Nº de ovos + J ₂ / raízes	Nº de ovos + J ₂ / grama de raiz	Fator de reprodução	Controle (%)
<i>P. purpureum</i>	27,86 ¹ a ²	34.860 ¹ b ²	1.335 ¹ c ²	6,97 ¹ b ²	70,25
<i>C. winterianus</i>	24,46 a	59.780 b	2.361 b	11,96 b	48,98
<i>O. basilicum</i>	21,72 a	66.640 b	2.982 b	13,33 b	43,13
<i>O. basilicum</i> cv. ‘toscano’	28,56 a	60.620 b	2.056 b	12,12 b	48,27
<i>O. pupuraceus</i>	25,68 a	36.688 b	1.469 c	7,34 b	68,69
<i>B. juncea</i>	35,86 a	45.180 b	1.303 c	9,04 b	61,44
Testemunha	16,08 a	117.180 a	7.577 a	23,44 a	-
CV %	16,50	4,97	5,85	23,33	-

¹ Dados referentes a médias de 5 repetições, sem transformação.

² Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%. Transformações: "1/(x^{1/2})" para massa de raízes e "Log x" na base 10 para nº de ovos + J₂ totais, nº de ovos + J₂ por grama de raiz e FR.

Para o nº de ovos + J₂ nas raízes, todos os tratamentos com extratos foram eficientes apresentando médias significativamente menores em relação à testemunha controle. No caso do nº de ovos + J₂ por grama de raiz, a maior média continuou sendo observada na testemunha, diferente significativamente dos demais tratamentos, mantendo o efeito negativo dos extratos sobre *M. paranaensis*. Já entre os tratamentos com extratos aquosos, os mais eficientes em reduzir o nº de ovos + J₂, considerando um grama de raiz, foram os extratos de *P. purpureum*, *O. pupuraceus* e *B. juncea*. Quanto ao FR, todos os tratamentos com extratos,

aplicados ao solo, diferiram da testemunha e reduziram a multiplicação de *M. paranaensis* nas raízes de *S. lycopersicum*.

O extrato com controle mais eficiente para a espécie *M. paranaensis* foi o *P. purpureum* com porcentagem acima de 70% de redução da população deste nematoide em relação a testemunha sem inoculação.

Os extratos vegetais no controle de fitopatógenos apresentam algumas vantagens em relação aos químicos, tais como a possibilidade de gerarem novos compostos que os patógenos ainda não se tornaram capazes de inativar, serem menos concentrados e menos tóxicos, serem biodegradados rapidamente, possuírem um amplo modo de ação e serem derivados de recursos renováveis (COIMBRA et al., 2006).

3.6 CONCLUSÕES

Todos os extratos aquosos das folhas aplicados ao solo foram eficientes em reduzir a multiplicação de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* nas raízes de *Solanum lycopersicum*.

3.7 REFERÊNCIAS

- AKHTAR, M., ALAM, M. M. Evaluation of nematicidal potential in some Medicinal plants. **International Nematology Network News**, v. 6, n. 1, p. 8-10, 1989.
- BALDIN, E. L. L., WILCKEN, S. R. S., PANNUTI, L. E. R., SCHLICK-SOUZA, E. C., VANZEI, F. P. Uso de extratos vegetais, manipueira e nematicida no controle do nematoide das galhas em cenoura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 1, p. 36-41, 2012.
- BONETI, J. I. S., FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Suplemento da Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.
- CHARCHAR, J. M., ARAGAO, F. A. S. Reprodução de *Meloidogyne* spp. em cultivares de tomate e pepino sob estufa plastica e campo. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 29, n. 2, p. 243-249, 2005.
- COIMBRA, J. L., SOARES, A. C. F., GARRIDO, M. S., SOUSA, C. S., RIBEIRO, F. L. B. Toxicidade de extratos vegetais a *Scutellonema bradys*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 209-1211, 2006.
- COSTA, M. J. N., OLIVEIRA, S., COELHO, S. J., CAMPOS, V. P. Nematoides em plantas ornamentais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1127-1132, 2001.

DIAS, C.R., SCHWAN, 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**, Piracicaba, v. 24, n. 2, p. 203-210, 2000.

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

FERRAZ, S., SANTOS, M. A. Controle biológico de fitonematoides pelo uso de fungos. In: W. C. Luz, (Ed). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: EMBRAPA, 1995. p. 283-314

FERRAZ, S., VALLE, L. A. C. **Controle de fitonematoides por plantas antagônicas**. Universidade Federal de Viçosa: Cadernos Didáticos, 1997. 68 p.

FERRAZ, S., FREITAS, L. G., LOPES, E. A., DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 245 p.

FRANZENER, G., MARTINEZ-FRANZENER, A.S., STANGARLIN, J.R., FURLANETTO, C., SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. Proteção de tomateiro a *Meloidogyne incognita* pelo extrato aquoso de *Tagetes patula*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 1, p. 27-36, 2007.

GARDIANO, C. G.; FERRAZ, S., LOPES, E. A., FERREIRA, P. A., AMORA, D. X., FREITAS, L. G. Avaliação de extratos aquosos de várias espécies vegetais, aplicados ao solo, sobre *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 551-556, 2009.

GARDIANO, C. G., DALLEMOLE-GIARETTA, R., LOPES, E. A., ZOOCA, R. J. F., FERRAZ, S., FREITAS, L. G. Atividade nematicida de extratos de sementes de espécies de *Crotalaria* sobre *Meloidogyne javanica*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Boa Vista, v. 4, n. 1, p. 3-7, 2010.

GIARETTA, R. D., FREITAS, L. G., NEVES, W. S., COUTINHO, M. M., FERRAZ, S. Efeito de extrato aquoso de semente de abóbora sobre a eclosão e inativação de juvenis de *Meloidogyne javanica* e de *M. incognita*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Boa Vista, v. 3, n. 1, p 3, 2009.

LOPES, E. A., FERRAZ, S., FERREIRA, P. A., FREITAS, L. G., DALLEMOLE-GIARETTA, R. Soil amendment with chopped or ground dry leaves of six species of plants for the control of *Meloidogyne javanica* in tomato under greenhouse conditions. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 935-938, 2011.

NATARAJAN, N; CORKB, A.; BOOMATHIA, N.; PANDIA, R.; VELAVANA, S.; DHAKSHNAMOORTHY, G. Cold aqueous extracts of African marigold, *Tagetes erecta* for control tomato root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. **Crop Protection**, v. 25, p. 1210-1213, 2006.

NEVES, W. S., GIARETTA, R. D., ZOOCA, R. J. F., COUTINHO, M. M. Efeito de extratos botânicos sobre a eclosão e inativação de juvenis de *Meloidogyne javanica* e de *M. incognita*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Boa Vista, v. 4, n. 1, p. 8, 2010.

OOSTENBRINK, M. Major characteristic of the relation between nematodes and plant. **Mededlingen voor Landb Hoogeschool**, Wageningen, v. 66, n. 4, p. 3-46, 1966.

SILVA, G. S., SOUZA, I. M. R., CUTRIM, F. A. Efeito da incorporação de sementes trituradas de feijão de porco ao solo sobre o parasitismo de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 412-413, 2002.

TAYLOR, D. T., SASSER, J. N. **Biología, Identificación y Control de los Nematodos de Nódulo de la Raíz (especies de *Meloidogyne*)**. Raleigh: Universidad del Estado del Carolina del Norte, 1983. 111 p.

4 ARTIGO B: AVALIAÇÃO DA HOSPEDABILIDADE DE *MELOIDOGYNE* SPP. EM CITRONELA E ESPÉCIES DE MAJERICÃO E EFEITO DA PRESENÇA DOS NEMATOIDES NO TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

4.1 RESUMO: O objetivo do ensaio foi avaliar a hospedabilidade das plantas de *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. pupuraceus* para os *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* e a quantidade e qualidade dos óleos essenciais das plantas inoculadas. Os inóculos dos nematoides foram extraídos de raízes de *Solanum lycopersicum* cv. 'Santa Cruz'. Plantas de *O. basilicum* e *O. pupuraceus* foram semeadas em bandejas e transplantadas após 30 dias e *C. winterianus* foram plantadas diretamente no vaso. O delineamento foi inteiramente casualizado com 10 tratamentos no primeiro ensaio e quatro no segundo e 20 repetições. Realizou-se a inoculação de 5000 ovos de cada espécie dos nematoides, separadamente, após 20 dias do transplante das mudas. Após 60 dias da inoculação, as raízes foram lavadas, e avaliado a massa e volume de raízes. Quantificou-se as massas fresca e seca de parte aérea das plantas, as massas dos ovos e números de ovos e os fatores de reprodução. As médias foram analisadas por Scott-Knott a 5%. Uma porção (300 gramas) da parte aérea fresca foi usada para extração dos óleos essenciais, por destilação com arraste a vapor. O destilado foi extraído com três porções de diclorometano (3X150mL). A fase orgânica foi concentrada com evaporador rotatório. Os óleos essenciais foram pesados e avaliados quanto à composição química pela cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. *Cymbopogon winterianus* foi suscetível de *Meloidogyne incognita* e resistentes *M. javanica* e *M. paranaensis*. Estas plantas não sofreram alterações na quantidade de óleo produzida quando inoculadas com estes nematoides. As espécies *Ocimum basilicum* e *O. pupuraceus* foram suscetíveis as três espécies de nematoides. As plantas de *O. basilicum* não tiveram alterações a quantidade de óleo produzida em função do ataque deste nematoides. As plantas de *O. pupuraceus* produziram maior quantidade de óleo quando inoculada com *M. javanica*. *C. winterianus*, *O. basilicum* e *O. pupuraceus* sofrem alterações na composição química dos seus óleos essenciais quando inoculadas com estas espécies de *Meloidogyne*.

Palavras chave: Resistência. Suscetibilidade. Controle de doenças. Compostos nematicidas.

4.2 ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the host ability of plants *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. purpuraceus* for *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. paranaensis* and the quantity and quality of essential oils of inoculated plants. Inocula of the nematodes were extracted from roots of *Solanum lycopersicum* cv. 'Santa Cruz'. Plants of *O. basilicum* and *O. purpuraceus* were sown in trays and transplanted after 30 days and *C. winterianus* were planted directly in the vessel. The experimental design was completely randomized with 10 treatments in the first test and four in the second and 20 repetitions. The inoculation was performed with 5,000 eggs of each species of the nematodes, separately, after 20 days of transplanting the seedlings. After 60 days of inoculation, the roots were washed, and assessed the mass and volume of roots. Was quantified fresh and dry masses of aerial parts of plants, masses of eggs, numbers of eggs and the reproduction factors. The averages were analyzed by Scott-Knott at 5 %. A portion (300 grams) fresh aerial part was used for extraction of essential oils by distillation with steam distillation. The distillate was extracted with three portions of dichloromethane (3X150mL). The organic phase was concentrated with a rotary evaporator. The essential oils were weighed and evaluated for chemical composition by gas chromatography coupled to mass spectrometry. *Cymbopogon winterianus* was susceptible of *Meloidogyne incognita* and resistant *M. javanica* and *M. paranaensis*. These plants did not have changes in the quantity of oil produced when inoculated with these nematodes. The species *Ocimum basilicum* and *O. purpuraceus* were susceptible to the three species of nematodes. The plants of *O. basilicum* had no changes to the quantity of oil produced in function of these attack nematodes. The plants *O. purpuraceus* produced a larger amount of oil when inoculated with *M. javanica*. *C. winterianus*, *O. basilicum* and *O. purpuraceus* had changes in the chemical composition of their essential oils when inoculated with these species of *Meloidogyne*.

Keywords: Resistance. Susceptibility. Disease control. Compounds nematicides.

4.3 INTRODUÇÃO

Uma planta é considerada medicinal quando são encontradas em sua composição substâncias que provocam no organismo humano reações que podem variar da cura ao abrandamento da doença (Fuck, 2006). Segundo Correa Junior et al. (1991), as plantas medicinais podem ser atacadas por diversas pragas, doenças e fitonematoides, o que compromete qualitativa e quantitativamente as propriedades curativas e a produção das mesmas.

Entre as espécies de nematoides mais importantes estão às pertencentes ao gênero *Meloidogyne* (Goeldi), que causam danos diretos com a formação de galhas e redução no número de raízes e predispõem a enfermidades fúngicas e bacterianas causando perdas no rendimento de muitas culturas, podendo levar à morte da planta (TAYLOR e SASSER, 1983).

Baida et al. (2011), concluíram que *Matricaria recutita* (camomila) foi suscetível à espécie *M. incognita*, não podendo ser usada como alternativa de cultivo em áreas infestadas. Dias-Arieira et al. (2012) observaram grande número de galhas e maior fator de

reprodução de *M. javanica* para relação à testemunha em *Cichorium endivia* (chicória) e *O. basilicum* (manjeriço).

Em outra vertente, princípios ativos possuem funções ecológicas importantes para a sobrevivência da espécie e são produzidos, quase todos, pelo metabolismo secundário das plantas. Uma das funções dos metabólitos secundários de plantas é defendê-las contra o ataque de insetos e patógenos, exercendo efeito tóxico a estes organismos (SILVA; CASALI, 2000). Compostos produzidos pelas plantas durante o processo da doença têm mostrado papel crucial na resistência ao organismo invasor (NANDAKUMAR et al., 2001).

Demuner et al. (2003) identificaram mais de uma classe de compostos de plantas (isoflavonóides e amidas) com atividade nematicida para *M. incognita*. Davis e Rich (1987) descobriram que conteúdo de nicotina em plantas de tabaco aumenta, especialmente nas plantas resistentes, quando ocorre a infecção por *M. incognita* a níveis que afetam a mobilidade dos juvenis de segundo estágio.

Algumas plantas são mais estudadas como matérias primas para o preparo de extratos ou para a extração de óleos essenciais com propriedades nematicidas como é o caso de *Mucuna pruriensis* (mucuna); *Tagetes* spp. (cravo-de-defunto); *Crotalaria* spp. (Crotalaria); *Azadirachta indica* A. Juss. (nim); algumas gramíneas; *Ricinus communis* (mamona); brássicas e plantas medicinais e aromáticas (FERRAZ et al., 2010).

Compostos como L-Dopa (3,4-diidroxifenilalanina), substância com pronunciado efeito nematicida, foram isolados de sementes de *Mucuna* spp. Foram isolados da parte aérea de plantas de mucuna-preta 1-triacontanol, que apresenta atividade nematicida contra *M. incognita* raça 3 (NOGUEIRA et al., 1996).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do parasitismo de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* na quantidade e qualidade dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus* e *Ocimum* spp.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Obtenção das Populações das Espécies de *Meloidogyne* spp

As populações iniciais de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. paranaensis* foram obtidas a partir de raízes de *Solanum lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’ (tomateiro), do banco de inóculo do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

As plantas de *S. lycopersicum* foram cultivadas em casa de vegetação durante 60 dias. Em seguida as raízes foram coletadas, lavadas cuidadosamente e processadas para extração dos ovos e juvenis, segundo a metodologia descrita por Boneti e Ferraz (1981). Os nematoides nestas suspensões foram quantificados ao microscópio óptico com auxílio de câmara de Peters e constituíram os inóculos utilizados no trabalho.

4.4.2 Multiplicação das Plantas e Montagem dos Experimentos

Todo o experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, na Universidade Estadual de Londrina – PR (UEL). Espécimes de *O. basilicum* L. (manjerição verde) e de *O. purpureus* L. (manjerição vermelho) foram multiplicadas através de sementes comerciais da marca Isla[®], semeadas em bandejas com substrato comercial Plantmax[®]. A planta *C. winterianus* Jowitt (capim-citronela) foi multiplicada através de rametas retiradas de uma matriz pertencente à Fazenda Escola da UEL. Estas rametas foram plantadas diretamente no vaso.

Foram utilizados vasos com 3L de capacidade e como substrato foi utilizado uma mistura de areia e solo (2:1) mais dois gramas por vaso de adubo granulado NPK (8-20-16). As mudas dos manjericões foram transplantadas para os vasos após 30 dias da emergência, na quantidade de uma planta por vaso. O solo utilizado foi comprado de uma empresa de terraplanagem que o retirou de oito metros de profundidade, foram realizadas análises prévias para a garantia de ser um solo isento de nematoides fitoparasitas.

Como testemunhas foram utilizadas plantas das mesmas espécies sem inocular com nematoides. Para confirmar a viabilidade dos inóculos utilizaram-se plantas de *S. lycopersicum* cv. ‘Santa Cruz’, por serem suscetíveis às três espécies de nematoides estudadas.

No primeiro ensaio o deliniamento experimental foi inteiramente ao acaso com 10 tratamentos e 20 repetições. Foi realizado durante os meses de outubro a dezembro de 2011. Os tratamentos foram: *C. winterianus* + *M. incognita*, *C. winterianus* + *M. javanica*, *C. winterianus* + *M. paranaensis*, *C. winterianus* sem nematoide; *O. basilicum* + *M. incognita*, *O. basilicum* + *M. javanica*, *O. basilicum* sem nematoide; *O. purpureus* + *M. incognita*, *O. purpureus* + *M. javanica*, *O. purpureus* sem nematoide.

O segundo ensaio com *M. paranaensis* e as plantas *O. basilicum* e *O. purpureus* foi conduzido em data diferente, durante os meses de janeiro a março de 2012, com deliniamento experimental inteiramente ao acaso com de quatro tratamentos e 20

repetições, devido uma questão de produção de mudas e também de viabilidade de inóculo desta espécie de nematoide. Os tratamentos foram: *O. basilicum* + *M. paranaensis*, *O. basilicum* sem nematoide; *O. pupuraceus* + *M. paranaensis*, *O. pupuraceus* sem nematoide.

Todos os tratamentos dos dois ensaios foram avaliados quanto à hospedabilidade dos nematoides nas plantas, e comparados individualmente tratamento testemunha e tratamento inoculado para cada espécie de nematoide.

4.4.3 Avaliações da Hospedabilidade das Plantas *M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*

As plantas de *C. winterianus*, *O. basilicum* e *O. pupuraceus* foram inoculadas 20 dias após serem transplantadas para o vaso definitivo. Para tanto foi preparada suspensão segundo metodologia descrita por Boneti e Ferraz (1981), contendo 1000 ovos e eventuais juvenis/mL. Cada vaso recebeu cinco mL desta suspensão, que foram aplicados ao redor do colo das plantas.

As plantas foram mantidas em casa de vegetação e, após 60 dias da inoculação, os sistemas radiculares foram coletados e separados da parte aérea, lavados cuidadosamente, pesados e os seus volumes medidos com proveta de 2000 mL. Em seguida, as raízes foram coloridas com Floxina B, para contagem de ootecas por sistema radicular, segundo metodologia de Taylor e Sasser (1978). As raízes foram processadas através da técnica de Bonetti e Ferraz (1981), para extração dos ovos e determinação do fator de reprodução ($FR = n^\circ \text{ de ovos final } P_f / n^\circ \text{ de ovos inicial } P_i$) segundo Oostenbrink (1966). As plantas com FR menores que um (< 1) foram consideradas resistentes e as plantas com FR maiores ou iguais a um (≥ 1) foram consideradas suscetíveis.

A parte aérea das plantas foi pesada logo após a coleta obtendo o peso fresco. Em seguida, foram secas em estufa de circulação de ar forçado à temperatura média de 40°C, após a secagem este material foi pesado novamente, obtendo assim o peso seco. Parte do material fresco (300 gramas) foi picado homogeneizado logo após a coleta e levado até o Laboratório de Moléculas Bioativas do Departamento de Química da UEL, para extração dos óleos essenciais das plantas.

4.4.4 Análises Estatísticas dos Dados

As médias foram analisadas pelo teste de comparações múltiplas de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância, após rejeitar a igualdade das mesmas através da análise de variância.

4.4.5 Obtenção e Extração dos Óleos Essenciais das Plantas Estudadas

A colheita foi realizada no período da manhã, até as 10h00min, com tesoura de poda. O óleo essencial do material fresco das plantas coletadas (300 g das folhas) de cada tratamento foi picado homogenizado e dividido em três porções de 100 g e foi extraído, separadamente, através de hidrodestilação em aparelho de Clevenger, por 3 horas, totalizando três repetições por tratamento para os dois ensaios. O destilado foi extraído com a passagem do diclorometano (CH_2Cl_2) por três vezes com um funil de separação. O extrato obtido foi seco com sulfato de sódio anidro e concentrado sob pressão reduzida em rota-vapor, obtendo o óleo essencial. Este foi pesado e avaliado quanto à concentração e constituição dos metabólitos.

4.4.6 Metodologia para a Identificação e Quantificação dos Compostos Presentes no Óleo Essencial das Espécies Avaliadas

A avaliação da composição química dos óleos essenciais foi realizada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), em equipamento localizado no Laboratório de Moléculas Bioativas do Departamento de Química da UEL, em Cromatógrafo a gás Shimadzu GC-17A acoplado à Shimadzu GC/MS-QP5000 (Faria et al., 2006). A identificação dos compostos foi efetuada comparando-se os espectros de massas obtidos com os da biblioteca do equipamento (CG-EM). A concentração destes compostos foi expressa em porcentagem de área normalizada dos picos, considerando uma similaridade superior a 85%.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Resultados sobre a Multiplicação Populacional dos Nematoides nas Raízes de *C. winterianus*, *O. basilicum*, *O. pupuraceus*

Na tabela 1, apresentam-se os dados referentes à multiplicação do *M. incognita*, *M. javanica*, *M. paranaensis* nas raízes da planta de *C. winterianus*, *O. basilicum* e *O. pupuraceus*.

Sobre as plantas inoculadas com *M. incognita* para massa de ovos, *C. winterianus* apresentou índice de massas menor que as plantas *O. basilicum* e *O. pupuraceus*, mas todas foram consideradas igualmente suscetíveis ao ataque deste nematoide. Dias-Arieira (2012), testando a reação de hortaliças e plantas aromáticas a nematoides constataram que a maior suscetibilidade a *M. incognita* foi observada para a *Lactuca sativa* (alface tipo Mimosa, cv. ‘Salad Bowl’) e para as cultivares de *Chicorium endivia* (chicória), *Preterosolium sativum* (salsa, cv. ‘Graúda Portuguesa’) e *O. basilicum*.

Tabela 1 – Multiplicação do *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* nas raízes das plantas *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum*, *O. pupuraceus*. Londrina, 2013.

Plantas	<i>M. incognita</i>			
	Massa de ovos	Nº de Ovos + J ₂ /raízes	Fator de Reprodução	Reação
<i>C. winterianus</i>	4 ¹	37.850 ²	7,570 ²	Suscetível
<i>O. basilicum</i>	5	81.143	16,229	Suscetível
<i>O. pupuraceus</i>	5	151.968	30,394	Suscetível
<i>M. javanica</i>				
<i>C. winterianus</i>	1 ¹	2.700 ²	0,540 ²	Resistente
<i>O. basilicum</i>	5	102.568	20,514	Suscetível
<i>O. pupuraceus</i>	5	199.661	39,932	Suscetível
<i>M. paranaensis</i>				
<i>C. winterianus</i>	1 ¹	1.440 ²	0,288 ²	Resistente
<i>O. basilicum</i>	5	198.868	39,774	Suscetível
<i>O. pupuraceus</i>	5	198.568	39,714	Suscetível

¹ Quantidade de massas de ovos (ootecas) por raiz, o número é correspondente da quantidade na escala de Taylor e Sasser (1978).

² Dados referentes a média de 20 repetições.

C. winterianus permitiu menor multiplicação dos nematoides em suas raízes, mas mesmo assim promoveu aumento da população deste fitoparasita (número de ovos + J₂/raízes). As plantas de *O. basilicum* apresentaram alta população de *M. incognita* em suas raízes, e as de *O. pupuraceus* foi a que mais permitiu a multiplicação desta espécie de

nematoide, sendo assim nenhuma destas plantas são recomendadas para áreas com presença do *M. incognita* por promoverem um aumento da população.

O fator de reprodução, mostra o quanto a população de *M. incognita* aumentou nas raízes das plantas em relação à população inicial, é o dado que prova que estas plantas são suscetíveis ao nematoide. Como neste caso todos são maiores que um são considerados suscetíveis (reação). Alguns autores já relataram dados diferentes, colocando as plantas de *O. basilicum* e *O. purpureus* como resistentes a este nematoide (BAIDA et al., 2011). Segundo Mônaco et al. (2008), pode-se creditar as diferenças de reações observadas para mesmas espécies de plantas a duas hipóteses: variabilidade intra-específica das plantas ou variação fisiológica em *M. incognita* e *M. javanica* (existência de raças fisiológicas), fato já observado por Taylor e Sasser (1978).

Park et al. (2004) testaram a hospedabilidade de 22 espécies medicinais a *M. hapla*, a hospedabilidade foi avaliada com base no índice de galhas proposto por Taylor e Sasser (1978) e no fator de reprodução (OOSTENBRINK, 1966). Doze espécies foram suscetíveis ao nematoide com índice de galhas de 2,6-5,0 e FR 1,3-10,6. Três foram imunes. Cinco espécies foram consideradas resistentes com 0,3-0,6. Uma foi tolerante e uma hipersensível.

Sobre os resultados da multiplicação do *M. javanica* nas raízes das plantas estudadas, para massa de ovos *C. winterianus* apresentou baixo índice, que indica ataque mínimo, aceitável pela planta, sendo considerada resistente. Nas plantas *O. basilicum* e *O. purpureus*, o índice observado foi o máximo que a escala permite (cinco), sendo estas plantas consideradas suscetível ao ataque deste nematoide, o que promove um aumento da população nas áreas cultivadas com presença do *M. javanica*.

Foi relatado por Baida et al. (2011), que a linhagem HAB 403 de *Phaseolus vulgaris* (feijão vagem) foi suscetível a *M. incognita* e *M. javanica* (FR = 1,117 e 6,006 respectivamente), não recomendando sua utilização em áreas contaminadas, por aumentar a população no solo. Já as linhagens de *P. vulgaris* (HAB 402, 408, 411 e 428) comportaram-se como resistentes (FR < 1), podendo ser utilizadas em programas de melhoramento que visem o controle dos nematoides de galhas radiculares.

Para o variável número de ovos + J₂/raízes, *C. winterianus* teve número baixo de nematoides em suas raízes, ou seja, promoveu redução na população deste nematoide. *O. basilicum* e *O. purpureus* tiveram quantidade alta de nematoides presentes em suas raízes, permitiram que o nematoide aumentasse sua população no solo, portanto deve-se descartar como alternativa de produção para áreas contaminadas com *M. javanica*.

Baida et al. (2011), avaliaram a hospedabilidade de plantas medicinais ao *M. javanica* e encontraram três plantas imunes, *Ruta graveolens* (arruda), *Carpobrotus edulis* (balsamo) e *Commiphora myrrha* (mirra), que podem ter potencial de produzir substâncias tóxicas aos fitonematóides.

No variável do fator de reprodução, foi observado que *C. winterianus* foram resistentes a esta espécie de nematoide com FR menor que um, ela foi má hospedeira e responsável pela diminuição da população deste nematoide para aproximadamente metade da inicial, por isso foi classificada com resistente (reação). *O. basilicum* e *O. pupuraceus* tiveram FRs muito acima de um, ou seja, permitiram grande multiplicação dos nematoides em suas raízes, sendo consideradas boas hospedeiras, o que confirma a suscetibilidade destas plantas ao *M. javanica*, consideradas suscetíveis (reação).

Nos resultados quanto à multiplicação da população do *M. paranaensis* sobre massa de ovos, *C. winterianus* teve um índice baixo na escala (um) e foram consideradas resistentes (reação). *O. basilicum* e *O. pupuraceus* tiveram o maior índice na escala (cinco) e são consideradas suscetíveis (reação) a este nematoide. A descoberta de materiais resistentes que podem diminuir a população de *M. paranaensis* é interessante para recomendação em aéreas com presença deste nematoide. Roese e Oliveira (2004) avaliaram o comportamento de 28 espécies de plantas daninhas a este nematoide e consideraram oito suscetíveis e 20 como resistentes ao *M. paranaensis*.

Estes dados confirmam os resultados de Mônaco et al. (2011), que relataram as plantas de *O. basilicum* como suscetível. O maior desenvolvimento prejudicado pelo *M. paranaensis*, além de aumentar sua população no solo.

Quanto ao número de ovos + J₂/raízes, *C. winterianus* apresentaram uma média baixa e as plantas de *O. basilicum* e *O. pupuraceus*, médias altas.

No variável fator de reprodução, *C. winterianus* mostrou forte redução populacional de *M. paranaensis* nas suas raízes. *O. basilicum* e *O. pupuraceus* tiveram médias altas, ou seja, foram responsáveis por um aumento populacional maior que 39 vezes da população inicial, são boas hospedeiras para o *M. paranaensis*, classificadas como suscetíveis (reação). Mônaco et al. (2009) testando 47 espécies de plantas daninhas a *M. paranaensis* relataram que 40,42 % foram imunes, 36,17 % suscetíveis e 23,40 % resistentes.

4.5.2 Desenvolvimento Morfológico das Plantas *C. winterianus*, *O. basilicum*, *O. pupuraceus* Inoculadas com *M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*

Na tabela 2 são apresentados os resultados sobre o desenvolvimento das plantas de *C. winterianus*, *O. basilicum* e *O. pupuraceus* inoculadas e não inoculadas.

Para as plantas de *C. winterianus*, a massa fresca e volume de raízes e a massa fresca da parte aérea foi maior plantas inoculadas, com diferença estatística para a testemunha sem inoculação, porém para a massa seca de parte aérea esta diferença entre os tratamentos não apareceu. Sharma et al. (2005), observaram que diferentes genótipos de *Piper longum* (pimenta-longa) (15, 16 e 17), também, não apresentaram redução da matéria seca em relação a testemunha quando foram inoculadas com *M. incognita*.

Tabela 2 – Desenvolvimento de *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum* e *O. pupuraceus* inoculadas e não inoculadas com *Meloidogyne incognita*. Londrina, 2013.

Plantas	Massa fresca de raízes (gramas)	Volume de raízes (mL)	Massa fresca de parte aérea (gramas)	Massa seca de parte aérea (gramas)
<i>C. winterianus</i> inoculada	111,65 ¹ a ²	102,50 ¹ a ²	58,91 ¹ a ²	22,00 ¹ ns
<i>C. winterianus</i> s/inoculação	78,77 b	78,50 b	45,27 b	14,20
C.V. %	37,71	18,18	32,79	35,31
<i>O. basilicum</i> inoculada	45,12 ¹ b ²	25,75 ¹ b ²	98,18 ¹ b ²	8,94 ¹ b ²
<i>O. basilicum</i> s/inoculação	83,80 a	51,11 a	121,77 a	13,69 a
C.V. %	34,02	46,87	25,16	38,34
<i>O. pupuraceus</i> inoculada	38,32 ¹ ns	32,11 ¹ ns	89,51 ¹ ns	6,29 ¹ ns
<i>O. pupuraceus</i> s/inoculação	38,63	29,16	83,66	8,33
C.V. %	36,63	54,86	26,07	46,91

¹ Dados referentes a médias de 20 repetições, sem transformação.

² Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância.

Para *O. basilicum*, observa-se em todas as variáveis analisada diferença significativa entre as plantas inoculadas e as testemunhas não inoculadas, com média menor para as plantas que com ataque dos nematoides. Já para *O. pupuraceus*, não houve diferença entre as plantas inoculadas e a testemunha sem inoculação, sendo esta planta considerada igual à testemunha e sem interferência no seu desenvolvimento.

Nos resultados apresentados para as plantas inoculadas com *M. javanica* (tabela 3), *C. winterianus* teve diferença significativa somente na massa fresca de parte aérea, com média menor nas plantas inoculadas, porém esta alteração não interferiu no acúmulo de matéria seca na planta.

Sharma et al. (2005), avaliaram dois genótipos de *P. longum* (15 e 16) a *M. javanica*, e relataram em seus resultados que o genótipo 15 teve 35,80% de redução de massa seca das plantas inoculadas em relação a testemunha, enquanto que o genótipo 16 não apresentou diferença, os autores relataram ainda que os dois genótipos estudados não apresentaram redução da massa fresca das raízes.

O. basilicum teve diferença significativa na massa fresca e volume de raízes, com média inferior para as plantas inoculadas. Porém para a massa fresca e seca de parte aérea não foi observada diferença significativa, indicando que a redução do sistema radicular desta planta não foi suficiente para provocar perdas de produção da parte aérea.

Tabela 3 –Desenvolvimento de *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum* e *O. purpureus* inoculadas e não inoculadas com *Meloidogyne javanica*. Londrina, 2013.

Plantas	Massa fresca de raízes (gramas)	Volume de raízes (mL)	Massa fresca de parte aérea (gramas)	Massa seca de parte aérea (gramas)
<i>C. winterianus</i> inoculada	86,99 ¹ ns	77,00 ¹ ns	37,52 ¹ b ²	11,67 ¹ ns
<i>C. winterianus</i> s/inoculação	78,77	78,50	45,27 a	14,20
C.V. %	40,10	25,83	37,89	48,80
<i>O. basilicum</i> inoculada	55,05 ¹ b ²	29,80 ¹ b ²	112,58 ¹ ns	11,69 ¹ ns
<i>O. basilicum</i> s/inoculação	83,80 a	51,11 a	121,77	13,69
C.V. %	32,72	42,98	30,63	38,59
<i>O. purpureus</i> inoculada	19,13 ¹ b ²	16,72 ¹ b ²	76,64 ¹ ns	2,93 ¹ b ²
<i>O. purpureus</i> s/inoculação	38,63 a	29,16 a	83,66	8,33 a
C.V. %	40,83	60,05	21,95	51,64

¹ Dados referentes a médias de 20 repetições, sem transformação.

² Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância.

Para *O. purpureus* ocorreram diferença na massa fresca e volume de raiz e massa seca da parte aérea e, em todos os casos a média das plantas inoculadas foram menores que as testemunhas não inoculadas, o que prova que estas plantas sofrem redução do sistema radicular com o ataque e essa redução influenciou o acúmulo de matéria seca desta planta, reduzindo assim sua produtividade.

Nos resultados das plantas inoculadas e não inoculadas com o *M. paranaensis* (tabela 4), *C. winterianus* teve diferença significativa na massa fresca de raízes, com média menor para as plantas inoculadas, porém essa menor massa de raiz não resultou em perdas significativas de produção de massa fresca e seca de parte aérea. Segundo Campos (2001), resultados experimentais têm demonstrado evidências de que os mecanismos de

resistência, induzidos internamente, estão envolvidos com uma perturbação geral na planta causada pelo parasita.

Tabela 4 –Desenvolvimento de *Cymbopogon winterianus*, *Ocimum basilicum* e *O. purpureus* inoculadas e não inoculadas com *Meloidogyne paranaensis*. Londrina, 2013.

Plantas	Massa fresca de raízes (gramas)	Volume de raízes (mL)	Massa fresca de parte aérea (gramas)	Massa seca de parte aérea (gramas)
<i>C. winterianus</i> inoculada	57,34 ¹ b ²	69,44 ¹	43,22 ¹	12,14 ¹
<i>C. winterianus</i> s/inoculação	78,77 a	78,50 ns	45,27 ns	14,20 ns
C.V. %	44,53	23,51	40,72	63,51
<i>O. basilicum</i> inoculada	137,47 ¹ a ²	122,5 ¹ a ²	121,01 ¹	17,29 ¹
<i>O. basilicum</i> s/inoculação	99,91 b	92,00 b	121,92 ns	16,38 ns
C.V. %	28,83	30,31	16,02	22,20
<i>O. purpureus</i> inoculada	83,36 ¹ a ²	75,00 ¹ ns	107,11 ¹	11,57 ¹
<i>O. purpureus</i> s/inoculação	55,36 b	71,00	105,32 ns	12,56 ns
C.V. %	35,36	27,57	17,95	20,20

¹ Dados referentes a médias de 20 repetições, sem transformação.

² Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância.

Quanto às plantas de *O. basilicum*, na massa fresca e volume de raízes foi observado diferença significativa com maior média para os tratamentos inoculados, já para massa fresca e seca de parte aérea não foi observada diferença estatística.

Nas plantas de *O. purpureus*, para massa fresca de raízes foi constatado diferença significativa e a exemplo da variável anterior as médias das plantas inoculadas foi maior que as não inoculadas, as outras variáveis não apresentaram diferença significativa em comparação com a testemunha.

No Brasil, a quantificação de perdas provocadas pelo ataque de nematoides não é precisa, devido às interações com danos provocados por pragas e outras doenças, condições climáticas, presença de plantas invasoras e inadequação de tratos culturais (RITZINGER; FANCELLI, 2006).

4.5.3 Resultados sobre a Quantidade de Óleo Essencial produzido por *C. winterianus*, *O. basilicum* e *O. purpureus* Inoculadas com *M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*

As alterações provocadas por nematoides na quantidade e composição química dos óleos essenciais das espécies *C. winterianus*, *O. basilicum* e *O. purpureus*

nunca foram objeto de estudo dos pesquisadores, fato que torna mais difícil uma discussão sobre o assunto e mostra o ineditismo que está sendo apresentado com este trabalho.

Estes resultados são importantes para a ciência, pois vários compostos utilizados para constituição de medicamentos e afins são retirados dos óleos essenciais de plantas medicinais e estes óleos podem sofrer alterações quantitativas e qualitativas provocadas pelo ataque de patógenos como os fitonematóides.

As espécies vegetais *C. winterianus*, *O. basilicum* e *O. purpureus* foram avaliadas quanto ao efeito da presença dos nematóides sobre a produção de seu óleos essenciais. Foi possível comparar as quantidades de óleos essenciais produzidos por plantas inoculadas com nematóides e não inoculadas (testemunha). Segundo Correa Junior et al. (1991), as plantas medicinais podem ser atacadas por pragas, doenças e fitonematóides, que comprometem qualitativa e quantitativamente as propriedades curativas e a produção.

Compostos produzidos pela planta durante o processo da doença têm mostrado um papel crucial na resistência ao organismo invasor (NANDAKUMAR et al., 2001). Demuner et al. (2003), identificaram em relação ao *M. incognita*, mais de uma classe de compostos de plantas (isoflavonóides e amidas) com atividade nematicida.

Nos resultados apresentados para *C. winterianus* e *O. basilicum* (tabela 5), não foi observado diferença significativa entre os tratamentos, não houve alteração na quantidade de óleo essencial produzida por estas espécies de plantas quando inoculadas com os nematóides.

Tabela 5 – Massa (gramas) dos óleos essenciais produzidos por *Cymbopogon winterianus*, inoculadas com *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* e, por *Ocimum basilicum* e *O. purpureus* inoculadas com *M. incognita* e *M. javanica*. Londrina, 2013.

Tratamentos	<i>C. winterianus</i>	<i>O. basilicum</i>	<i>O. purpureus</i>
<i>M. incognita</i>	1,2865 ¹	0,0414 ¹	0,0222 ¹ b ²
<i>M. javanica</i>	0,9491	0,0449	0,0401 a
<i>M. paranaensis</i>	0,6364 ns	- ns	-
Testemunha	1,1401	0,0432	0,0240 b
C. V. %	22,92	12,92	23,72

¹ Dados referentes a médias de 3 repetições, sem transformação.

² Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância.

Nos resultados apresentados para *C. winterianus* e *O. basilicum* (tabela 5), não foi observado diferença significativa entre os tratamentos, não houve alteração na

quantidade de óleo essencial produzida por estas espécies de plantas quando inoculadas com os nematoides.

Para *O. purpuraceus* foi constatada diferença significativa entre o tratamento inoculado com o *M. javanica* e a testemunha sem inoculação com maior média de produção de óleo para o tratamento com nematoide, em relação ao tratamento com *M. incognita* e testemunha sem inoculação, não foi observado diferença estatística.

Para a comparação da quantidade de óleo produzida por *O. basilicum* e *O. purpuraceus* inoculadas com *M. paranaensis* com à testemunha sem inoculação (tabela 6), não houve diferença significativa entre os tratamentos inoculados e não inoculados, ou seja, o nematoide não provocou alterações na produção de óleo destas plantas.

Tabela 6 – Massa (gramas) dos óleos essenciais produzidos por *Ocimum basilicum* e *O. purpuraceus* inoculadas com *Meloidogyne paranaensis*. Londrina, 2013.

Tratamentos	<i>Ocimum basilicum</i>	<i>Ocimum purpuraceus</i>
<i>M. paranaensis</i>	0,0524 ¹	0,0184 ¹
Testemunha	0,0727 ^{ns}	0,0149 ^{ns}
C. V. %	20,00	17,50

¹ Dados referentes a médias de 3 repetições, sem transformação.

4.5.4 Composição Química do Óleo Essencial Produzido por *C. winterianus*, *O. basilicum* e *O. purpuraceus* Inoculadas com *M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*

A identificação e quantificação dos compostos presentes nos óleos essenciais produzidos por *C. winterianus* mostram possíveis alterações provocadas nos seus constituintes pelo ataque dos nematoides *M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis* (tabela 7). A quantidade de compostos observados para todos os casos foram de 24, sendo identificados 17 para a testemunha controle e para os espécimes de *C. winterianus* inoculados com *M. incognita* e *M. javanica* e 16 para os inoculados com *M. paranaensis*. Não existem parâmetros de comparações para este tipo de avaliação sobre alterações na composição química dos óleos desta espécie vegetal, pois os trabalhos mostrando alterações provocadas no óleo por causa do ataque destes nematoides são inexistentes para a ciência.

Sobre as concentrações dos compostos identificados, pode-se notar para os espécimes de *C. winterianus* inoculados com *M. incognita* comparados com a testemunha controle, que no citronelal ocorreu um aumento de mais de 3% deste composto.

Tabela 7 – Concentração dos constituintes do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus*, inoculadas e não inoculadas com *Meloidogyne* spp. Londrina, 2013.

Compostos químicos	Testemunha (%)	<i>M. incognita</i> (%)	<i>M. javanica</i> (%)	<i>M. paranaensis</i> (%)
Mirceno	0,12 ¹	0,21 ¹	0,09 ¹	-
Cis-ocimeno	0,56	0,58	0,55	0,43 ¹
Citronelal	16,55	19,87	13,88	3,70
Citronelol	10,59	10,70	10,64	8,86
Geraniol	23,20	23,03	23,01	23,89
Mentol	4,54	3,20	3,67	1,37
Acetato de citronelol	7,13	6,68	7,81	7,14
Acetato de nerol	6,85	6,31	7,52	7,09
Beta-elemeno	0,17	0,38	0,46	0,62
Germacreno D	1,09	1,90	2,33	3,10
Alfa-muroleno	1,19	1,79	2,22	2,69
Delta-Cadineno	1,98	2,20	2,60	3,59
Elemol	3,96	3,55	4,30	5,78
Germacreno D-4-ol	2,45	2,59	2,59	2,33
Alfa-eudesmol	2,41	2,10	1,71	4,04
Alfa-cadinol	6,54	5,65	6,85	9,33
Acetato de guaiol	3,26	2,85	2,61	2,82
Número de compostos totais	24	24	24	24

¹ Porcentagem do princípio ativo no cromatograma obtido pelo (CG-EM).

Em relação a alteração na concentração dos compostos produzidos no óleo essencial de *C. winterianus* inoculadas com *M. javanica*, nota-se que ocorre uma diminuição de quase 3% da quantidade de citronelal em comparação com a testemunha, o contrario do que aconteceu para a primeira espécie de nematoide analisada, indicando que esta planta altera a quantidade deste composto em função da resistência ou suscetibilidade ao ataque destes nematoides, para os demais compostos não foi observada maiores alterações nas quantidades.

Nos resultados para a espécie *M. paranaensis* foram observadas as maiores alterações sobre a composição e quantidade dos constituintes dos óleos de *C. winterianus*. Nota-se que não foi encontrado o composto Mirceno nas plantas inoculadas, os compostos que tiveram um aumento de mais de dois pontos percentuais em relação à testemunha foram Mentol, Germacreno D, Alfa-cadinol. Ocorreu à diminuição em quase dois pontos percentuais da concentração de Citronelol e o resultado mais importante é sobre o Citronelal, onde a concentração diminuiu bruscamente em função do ataque do *M. paranaensis*, a diminuição foi de quase 13 pontos percentuais, fato que vem confirmar a alteração provocada neste composto em função de ataque desta espécie de *Meloidogyne*.

O citronelal é o composto, dentre os identificados, que provavelmente tem a maior ação na defesa contra estes nematoides, já que neste trabalho ficou claro que em função

da sua suscetibilidade ou resistência as concentrações deste composto podem aumentar ou diminuir dentro do óleo essencial de *C. winterianus*.

Para os resultados sobre os compostos que foram identificados no óleo essencial de *O. basilicum* (tabela 8), quando comparadas as plantas inoculadas com *M. incognita* e a testemunha sem inoculação observa-se pouca diferença entre as quantidades dos compostos presentes, houve um leve aumento para linalol, alfa-terpineol, eugenol, metil-eugenol e acetato de eugenol, enquanto que os compostos tau-cadinol e fitol tiveram uma redução mínima, já o composto cubenol não se mostrou presente nas plantas inoculadas com *M. incognita*.

Tabela 8 – Concentração dos constituintes do óleo essencial de *Ocimum basilicum*, inoculadas e não inoculadas com *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Londrina, 2013.

Compostos quimicos	Testemunha (%)	<i>M. incognita</i> (%)	<i>M. javanica</i> (%)
Linalol	8,27 ¹	8,65 ¹	12,19 ¹
Alfa-terpineol	0,19	0,40	0,30
Eugenol	81,95	82,76	79,08
Metil-eugenol	0,18	0,70	0,44
Acetato de eugenol	0,01	0,19	0,04
Cubenol	0,21	-	0,22
Tau-cadinol	1,99	1,22	2,17
Fitol	1,49	0,84	0,19
Número de compostos totais	34	34	33

¹ Porcentagem do princípio ativo no cromatograma obtido pelo (CG-EM).

Já para as plantas inoculadas com *M. javanica* comparadas à testemunha pode-se notar maior diferença no teor dos compostos, onde o linalol sofreu um aumento de aproximadamente quatro pontos percentuais, o eugenol uma redução de quase três pontos percentuais, o fitol apresentou uma redução quase 1,5 pontos percentuais, mostrando que o ataque deste nematoide nestas plantas de *O. basilicum*, provocam uma alteração nos compostos do óleo essencial.

Nos resultados sobre a comparação de *O. basilicum* inoculadas com *M. paranaensis* e sua testemunha sem inoculação (tabela 9), foi constatado uma redução nos teores de eucaliptol, linalol, isoborneol, metil-eugenol, tau-cadinol e alfa-cadinol. A maior redução ocorreu com o composto linalol. Embora a ação nematicida de alguns dos compostos de óleos essenciais de espécies vegetais tenha sido observada por alguns pesquisadores (BALA; SUKUL, 1987; ECHEVERRIGARAY et al., 2010; MARINO et al., 2012), trabalhos que relatem alterações provocadas pelos nematoides a composição química destes óleos são inexistentes na comunidade científica.

Em contrapartida os compostos cânfora, alfa-terpineol, eugenol e fitol tiveram um acréscimo nas plantas inoculadas com nematoide, com destaque para o eugenol que teve mais de cinco pontos percentuais de aumento em relação à testemunha, os compostos chavicol, acetato de isoborneol e alfa-bergamoteno foram encontrados somente nas plantas sem inoculação.

Tabela 9 –Concentração dos constituintes do óleo essencial de *Ocimum basilicum*, inoculadas e não inoculadas com *Meloidogyne paranaensis*. Londrina, 2013.

Compostos quimicos	Testemunha (%)	<i>M. paranaensis</i> (%)
Eucaliptol	1,73 ¹	0,92 ¹
Linalol	17,86	14,32
Cânfora	0,28	0,32
Isoborneol	0,95	0,78
Alfa-terpineol	1,62	1,64
Chavicol	0,30	-
Acetato de Isoborneol	0,16	-
Eugenol	68,76	74,44
Metil Eugenol	1,23	0,60
Acetato Eugenol	0,04	0,04
Alfa-Bergamoteno	0,15	-
Cubenol	0,13	0,57
Tau-cadinol	3,60	3,32
Alfa-cadinol	0,39	0,29
Fitol	0,10	0,13
Número de compostos totais	29	29

¹ Porcentagem do princípio ativo no cromatograma obtido pelo (CG-EM).

Os resultados sobre *O. purpureus* inoculadas com *M. incognita* em comparação com a testemunha (tabela 10), apresentou redução de alguns compostos, o linalol teve quase cinco pontos percentuais de redução e o eugenol aumento em quase 10 pontos percentuais.

Essas alterações provocadas pelos nematoides na composição química do óleo essencial desta planta, bem como para outras espécies vegetais, ainda não foram observadas por outros pesquisadores, ou seja, não existem trabalhos que possam ser relatados como alternativa de comparação para este estudo, aqui são descritos os primeiros relatos sobre as alterações provocadas pelos nematoides aos constituintes químicos dos óleos essenciais de *O. purpureus*.

Tabela 10 – Concentração dos constituintes do óleo essencial de *Ocimum purpureus*, inoculadas e não inoculadas com *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Londrina, 2013.

Composto quimicos	Testemunha (%)	<i>M. incognita</i> (%)	<i>M. javanica</i> (%)
Eucaliptol	2,21 ¹	2,02 ¹	1,93 ¹
Fenchone	1,71	1,63	1,60
Linalol	13,47	8,82	7,31
Cânfora	0,81	0,41	0,59
Alfa-Terpineol	1,44	1,03	1,21
Geraniol	1,28	1,00	0,97
Eugenol	62,44	71,24	64,20
Metil-eugenol	7,66	6,89	14,99
Acetato de eugenol	0,41	0,44	0,44
Cubenol	0,24	0,16	0,20
Tau-cadinol	3,02	2,42	2,55
Alfa-Bisabolol	0,90	0,78	0,59
Fitol	0,22	0,23	0,30
Acetato de fitol	0,14	0,07	0,10
Número de compostos totais	42	41	42

¹ Porcentagem do princípio ativo no cromatograma obtido pelo (CG-EM).

Nas plantas inoculadas com *M. javanica* também foram observadas diferenças para as plantas não inoculadas, para esta espécie de nematoide a redução provocada em relação à testemunha sobre o teor de linalol foi ainda maior que na anterior e, foi observado um também um leve aumento no composto eugenol e um grande aumento do metil-eugenol que quase dobrou sua quantidade.

No resultado sobre *O. purpureus* inoculado com a espécie *M. paranaensis* comparada a testemunha (tabela 11), pode ser observado como importantes alterações provocadas pelo ataque deste nematoide, o aumento do linalol em mais de três pontos percentuais e o aparecimento do composto cubenol, que não estava presente testemunha, mostrando que esta espécie de nematoide, a exemplo das anteriores, também provocam alterações no óleo essencial desta planta.

Tabela 11 – Concentração dos constituintes do óleo essencial de *Ocimum purpureus*, inoculadas e não inoculadas com *Meloidogyne paranaensis*. Londrina, 2013.

Compostos quimicos	Testemunha (%)	<i>M. paranaensis</i> (%)
Linalol	4,76 ¹	7,95 ¹
Terpineol<alpha>	1,36	1,15
Geraniol	1,61	1,13
Eugenol	76,31	76,68
Metyl Eugenol	4,83	4,20
Eugenol acetate	0,25	0,13
Cubenol	-	0,16
Cadinol epi alfa	3,53	2,20
Phytol	0,72	0,33
Linoleic acid	0,39	0,37
Número de compostos totais	34	34

¹ Porcentagem do princípio ativo no cromatograma obtido pelo (CG-EM).

4.6 CONCLUSÕES

Cymbopogon winterianus foi suscetível de *Meloidogyne incognita* e resistentes *M. javanica* e *M. paranaensis*. Estas plantas não sofreram alterações na quantidade de óleo produzida quando inoculadas com estes nematoides.

As espécies *Ocimum basilicum* e *O. purpureus* foram suscetíveis as três espécies de nematoides. As plantas de *O. basilicum* não tiveram alterações a quantidade de óleo produzida em função do ataque deste nematoides. As plantas de *O. purpureus* produziram maior quantidade de óleo quando inoculada com *M. javanica*.

C. winterianus, *O. basilicum* e *O. purpureus* sofrem alterações na composição química dos seus óleos essenciais quando inoculadas com estas espécies de *Meloidogyne*.

4.7 REFERÊNCIAS

- BAIDA, F.C., SANTIAGO, D.C., VIDAL, L. H. I., BAIDA, L. C., STROZE, C. T. Medicinal Plants' Hosting Ability for Nematode Suitability *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. **Nematropica**, Florida, v. 41, n. 1, p. 150-153, 2011.
- BAIDA, F. C., SANTIAGO, D. C., TAKAHASHI, L. S. A., ATHANÁZIO, J. C., STROZE, C. T., ARIEIRA, G. O. Hospedabilidade de linhagens de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*) a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematropica**, Florida, v. 41, n. 1, p. 62-67. 2011.
- BALA, S. K., SUKUL, N. C. Systemic nematicidal effect of eugenol. **Nematropica**, Florida, v. 17, n. 2, p. 219-222, 1987.

- BONETI, J. I. S., FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Suplemento da Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.
- CAMPOS, A.D. **Indução do metabolismo de resistência à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2001.
- CORREA JÚNIOR, C., MING, L. C., SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Curitiba: Emater, 1991. 162 p.
- DIAS-ARIEIRA, C. R., CUNHA, T. P. L., CHIAMOLERA, F. M., PUERARI, H. H., BIELA, F., SANTANA, S. M. Reaction of vegetables and aromatic plants to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 322-326, 2012.
- DEMUNER, A. J., BARBOSA, L. C. A., NASCIMENTO, J. C., VIEIRA, J. J., SANTOS, M. A. Isolamento e avaliação da atividade nematicida de constituintes químicos de *Mucuna cinerea* contra *Meloidogyne incognita* e *Heterodera glycines*. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 335-339, 2003.
- ECHEVERRIGARAY, S.; ZACARIA, J.; BELTRÃO, R. Nematicidal activity of monoterpenoids against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. **Phytopathology**, v. 100, n. 2, p. 199-203, 2010.
- FARIA, T. J., FERREIRA, R. S., YASSUMOTO, L., SOUZA, J. R. P., ISHIKAWA, N. K., BARBOSA, A. M. Antifungal activity of essential oil isolated from *Ocimum gratissimum* L. (eugenol chemotype) against Phytopathogenic Fungi. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 6, p. 867-871, 2006.
- FERRAZ, S., FREITAS, L. G., LOPES, E. A., DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoídeos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 245 p.
- FUCK, S. B. **Temperatura e Luminosidade na Germinação das sementes de Guaçatonga (*Casearia Sylvestris*)**. 2006. 37 fls. Dissertação (Mestrado em Agrônoma) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- MARINO, R. H., GOMES, L. A. A., CRUZ, E. M. O., SILVA, A. C., BIANCHINI, F. G., MENESES, T. N., SANTOS, H. R., BLANK, A. F. Controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 com óleo essencial de *Lippia Alba*. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 8, n. 4, p. 1-8, 2012.
- MÔNACO, A.P., CARNEIRO, R. G., KRANZ, W. M., GOMES, J. C., SCHERER, A., NAKAMURA, K. C., MORITZ, M. P., SANTIAGO, D.C. Reação de espécies de plantas daninhas a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 32, n. 4, p. 279-283, 2008.
- MÔNACO A. P. A., CARNEIRO, R. G., KRANZ, W. M., GOMES, J. C., SCHERER, A., SANTIAGO, D.C. Reação de espécies de plantas daninhas a *Meloidogyne incognita* raças 1 e 3, a *M. javanica* e a *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 33, n. 3, p. 235-242, 2009.

- MÔNACO A. P. A., CARNEIRO, R. G., SCHERER, A., SANTIAGO, D. C. 2011. Hospedabilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 35, n. 2, p. 46-49. 2011.
- NANDAKUMAR, R., BABU, S., VISWANATHAN, R., RAGUCHANDER, T., SAMIYAPPAN, R. Induction of systemic resistance in rice against sheath blight disease by *Pseudomonas fluorescens*. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 33, p. 603-612, 2001.
- NOGUEIRA, M. A., OLIVEIRA, J. S., FERRAZ, S., SANTOS, M. A. Nematicidal constituents in *Mucuna aterrima* and its activity on *Meloidogyne incognita* race 3. **Nematologia Mediterrânea**, Bari, v. 24, p. 249-252, 1996.
- OOSTENBRINK, M. Major characteristic of the relation between nematodes and plant. **Mededlingen voor Landb Hoogeschool**, Wageningen, v. 66, n. 4, p. 3-46, 1966.
- PARK, S. D., KIM, J. C., KHAN Z. Host status of medicinal plants for *Meloidogyne hapla*. **Nematropica**, Florida, v. 34, n. 1, p. 39-43, 2004.
- RITZINGER, C. H. S. P., FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 331-338, 2006.
- SILVA, F., CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: pós-colheita e óleos essenciais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 135 p.
- SHARMA, R. D., VALÉRIA, I. A., CALVANTE, M. J. B., GOMES, A.C. Reação de genótipos de pimenta-longa aos nematoides *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* raça 1 e *Rotylenchulus reniformes*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 29, n. 2, p. 83-86, 2005.
- TAYLOR, A. L., SASSER, J. N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.)**. North Carolina State University: Raleigh N. C., 1978. 111 p.
- TAYLOR, A. L., SASSER, J. N. **Biología, Identificación y Control de los Nematodos de Nódulo de la Raíz. (Especies de *Meloidogyne*)**. Universidad del Estado del Carolina del Norte: Raleigh N.C., 1983. 111 p.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Todos os extratos aquosos utilizados, aplicados ao solo, reduzem a população de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*.

A espécie *Cymbopogon winterianus* foi suscetível ao *M. incognita*, e para *M. javanica* e *M. paranaensis* foi resistente. Esta plantas não sofreu alterações na quantidade de óleo produzida para nenhuma das três espécies de nematoides, mas sofreu alterações sobre o composição química do óleo essencial.

As plantas de *Ocimum basilicum* e *O. purpureus* foram suscetíveis aos nematoides *M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. A espécie *O. basilicum* não alteraram a quantidade produzida, mas sofreu alteração na composição química do seu óleo essencial. *O. purpureus* produziu maior quantidade de óleo essencial quando inoculada com *M. javanica*, e tem alterações na composição química quando inoculadas com três as espécies de *Meloidogyne* trabalhadas.

REFERÊNCIAS

- ABID, M., CHOUDHARY, M.I., MAQBOOL, M.A., RAHMAN, A.U. Preliminary screening of some plants for their nematicidal activity against *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Mediterrânea**, Bari, v. 25, p. 155-157, 1997.
- AGUIAR, J.S., COSTA, M.C.C.D. *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae): levantamento de publicações nas áreas química, agrônômica e farmacológica, no período de 1979 a 2004. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 8, n. 1, p. 79-84, 2005.
- AKHILA, A. Biosynthesis of monoterpenes in *Cymbopogon winterianus*. **Phytochemistry**, New York, v. 25, n. 2, p. 421-424, 1986.
- AKHTAR, M., ALAM, M. M. Evaluation of nematicidal potential in some Medicinal plants. **International Nematology Network Newsletter**, North Carolina, v. 6, n. 1, p. 8-10, 1989.
- ALMEIDA, M. M. B., ARRIAGA, A. M. C., SANTOS, A. K. L., LEMOS, T. L. G., BRÁZ-FILHO, R., VIEIRA, I. J. C. Ocorrência e atividade biológica de quassinoides da última década. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 935-951, 2007.
- AMOROZO, M.C.M. A abordagem etnobotânica na pesquisa de plantas medicinais. In : DI STASI, L.C. (org) **Plantas Mediciniais: arte e ciência, um guia interdisciplinar**. São Paulo: Ed. UNESP, 1996. p. 47-68.
- ANDRADE, M. A., CARDOSO, M. G., BATISTA, L. R., MALLET, A. C. T., S. MACHADO, M. F.. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 399-408, 2012.
- ANTONIO, H., LEHMAN, P. S. Nota sobre a ocorrência de nematoides do gênero *Meloidogyne* em algumas ervas daninhas nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul. In: TRABALHO APRESENTADO NA III REUNIÃO DE NEMATOLOGIA, 3., 1978, Mossoró. **Anais...** Brasília: SOCIEDADE BRASILEIRA NEMATOLOGIA, p. 29-32. 1978.
- ASMUS, G. L., ANDRADE, P. J. M. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em algumas plantas daninhas de ocorrência frequente na região oeste do Brasil. Embrapa, **Comunicado Técnico**, n. 19, p. 1-3, jul. 1997.
- BAIDA, F. C., SANTIAGO, D. C., VIDAL, L. H. I., BAIDA, L. C., STROZE, C. T. Medicinal Plants' Hosting Ability for Nematode Suitability *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. **Nematropica**, Florida, v. 41, n. 1, p. 150-153, 2011.
- BALA, S. K., SUKUL, N. C. Systemic nematicidal effect of eugenol. **Nematropica**, Florida, v. 17, n. 2, p. 219-222, 1987.
- BALANDRIN, M.F., KLOCKE, J.A., WURTELE, E.S., BOLLINGER, W.H. Natural plants chemicals: sources of industrial and medicinal materials. **Science**, New York, v. 228, p. 1154-1160, 1985.

- BEZERRA AME; MEDEIROS FILHO S; OLIVEIRA LDM; SILVEIRA ER. 2008. Produção e composição química da macela em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 26-29, 2008.
- BLANK, A. F., COSTA, A. G., ARRIGONI-BLANK, M. F., CAVALCANTI, S. C. H., ALVES, P. B., INNECCO, R., EHLERT, P. A. D., SOUSA, I. F. Influence of season, harvest time and drying on Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) volatile oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 17, n. 4, p. 557-564, 2007.
- BOSENBECKER, V.K. **Efeitos de óleos essenciais de plantas bioativas no controle de *Phytophthora infestans* e *Meloidogyne javanica* em batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2006. 65 fls. Tese (Doutorado em agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- CARES J. C., HUANG S. P. Taxonomia atual de fitonematóides: chave sistemática simplificada para gêneros – Parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 8, p. 185-223. 2000.
- CARNEIRO, R.M.D.G. Princípios e Tendências do Controle Biológico de nematoides com Fungos Nematófagos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 113-121, 1992.
- CARVALHO FILHO, J. L. S., BLANK, A. F., ALVES, P. B., EHLERT, P. A. D., MELO, A. S., CAVALCANTI, S. C. H., ARRIGONI-BLANK, M. F., SILVA-MANN, R. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 16, n. 1, p. 24-30, 2006.
- CASTRO, H. G., BARBOSA, L. C. A., LEAL, T. C. A. B., SOUZA, C. M., NAZARENO, A. C. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 9, n. 4, p. 55-61, 2007.
- CASTRO, H.G., FERREIRA, F.A., SILVA, D.J.H., MOSQUIM, P.R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 113 p.
- CASTRO, H. G., PERINI, V. B. M., SANTOS, G. R., LEAL, T. C. A. B. Avaliação do teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) em diferentes épocas de colheita. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 308-314, 2010.
- CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 40, p. 221-249, 2002.
- CHITWOOD, D. J. Naturally occurring nematicides. In: DUKE, S. O., MENN, J. J., PLIMMER, J. R. (Eds.) **Pest control with enhanced environmental safety**. American Chemical Society, 1993. p. 300-315.
- CORBANI, R. Z., ATLOÉ, J., MAZZONETTO, F., DALRI, A. B., SOSSAI, V. L. M., PIZETTA, L. C. Efeito de óleos essenciais sobre a eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* *in vitro*. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 3, n. 10, p. 194-199, 2010.
- CORREA JÚNIOR, C., MING, L. C., SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Curitiba: Emater, 1991. 162 p.

- COSTA MANSO, E.S.B.G., MATTOS, J.K.A., TENENTE, R. C.V. Suscetibilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 9, p. 25-26, 1985.
- COUTINHO, M.M., FREITAS, L.G., DALLEMOLE-GIARETTA R., NEVES, W.S., LOPES, E.A., FERRAZ, S. Controle de *Meloidogyne javanica* com *Pochonia chlamydosporia* e farinha de sementes de mamão. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 2, p. 169-175, 2009.
- DIAS, C. R., MACIEL, S. L., VIDA, J. B., SCAPIM, C. A. Efeito de quatro espécies de plantas medicinais sobre *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 em cultivo protegido. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 22, n. 2, p. 58-65, 1998.
- DIAS, C.R., SCHWAN, 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**, Piracicaba, v. 24, n. 2, p. 203-210, 2000.
- DIAS-ARIEIRA, C.R., FERRAZ, S., DEMUNER, A. J., Freitas, L. G. Eclosão de juvenis de *M. javanica* e *Heterodera glycines* frente a extratos químicos dos sistemas radiculares de *Brachiaria brizanta* e *Panicum maximum* cv. Guiné. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 27, p. 87-92, 2003.
- DIKSHIT, A., HUSAIN, A. Antifungal action of some essential oils against animal pathogens. **Fitoterapia**, San Francisco, v. 55, n. 3, p. 171- 176, 1984.
- ECHEVERRIGARAY, S.; ZACARIA, J.; BELTRÃO, R. Nematicidal activity of monoterpenoids against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. **Phytopathology**, v. 100, n. 2, p. 199-203, 2010.
- FERNANDES, P. C., FACANALI, R., TEIXEIRA, J. P. F., FURLANI, P. R., MARQUES, M. O. M. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 260-264, 2004.
- FERNANDES, R.S., ASMUS, G.L. Reação de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) a *Meloidogyne javanica* e *Rotylenchulus reniformis*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 2, p. 96-99, 2007.
- FERRAZ, S., FREITAS, L. G., LOPES, E. A., DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoídeos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 245 p.
- FERRAZ, L. C. C. B., PITELLI, R. A., FURLAN, V. Nematoides associados a plantas daninhas na região de Jaboticabal - SP: Primeiro relato. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 5-11. 1978.
- FERRAZ, L. C. C. B., PITELLI, L. A., SOUBHIA, F. Nematoides associados a plantas daninhas na região de Jaboticabal – SP: Segundo relato. **Planta Daninha**. Viçosa, v. 5, n. 1, p. 1-5, 1982.
- FERRAZ, S. 1985. Summary Report On The Current Status, Progress And Needs For *Meloidogyne* Research In Brasil (Region III). In: **Ann advanced treatise on Meloidogyne**. North Carolina state university: Raleigh N. C., 1985. p. 351-352.

FERRAZ, S., SANTOS, M.A. Controle biológico de fitonematóides pelo uso de fungos In: **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: EMBRAPA. 1995. p. 283-314.

FUCK, S. B. **Temperatura e Luminosidade na Germinação das sementes de Guaçatonga (*Casearia Sylvestris*)**. 2006. 37 fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

FURLAN, M. R., MARTINS, R. C. C., RODRIGUES, E., SCALCO, N., NEGRI, G., LAGO, J. H. G. Variação dos teores de constituintes voláteis de *Cymbopogon citratus* (DC) Staf, Poaceae, coletados em diferentes regiões do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Curitiba, v. 20, n. 5, p. 686-691, 2010.

FRANZENER, G.; MARTINEZ-FRANZENER, A. S.; STANGARLIN, J. R.; FURLANETTO, C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Proteção de tomateiro a *Meloidogyne incognita* pelo extrato aquoso de *Tagetes patula*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 1, p. 27-37, 2007.

FREITAS, L.G., MARRA, B.M., NEVES, W.S., MOREIRA, J.U.V. Controle de *Meloidogyne javanica* com extratos de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) e mostarda (*Brassica campestris*). In: **Congresso Brasileiro de Fitopatologia**. Belém, p.336. 2000.

GALVÃO, E. L. **Extração do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* com CO₂ pressurizado**. 2004. 99 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal.

GARDIANO, C. G., FERRAZ, S., LOPES, E. A., FERREIRA, P. A., AMORA, D. X., FREITAS, L. G. Avaliação de extratos aquosos de várias espécies vegetais, aplicados ao solo, sobre *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 551-556, 2009.

GARDIANO, C. G., DALLEMOLE-GIARETTA, R., LOPES, E. A., ZOOCA, R. J. F., FERRAZ, S., FREITAS, L. G. Atividade nematicida de extratos de sementes de espécies de *Crotalaria* sobre *Meloidogyne javanica*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Boa Vista, v. 4, n. 1, p. 3-7, 2010.

GONZAGA, V., FERRAZ, S. Seleção de plantas antagonistas a *M. incognita* raça 3 e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 18, p. 57-63, 1994.

HASEEB, A., PANDEY, R. Incidence of root-knot nematodes in medicinal and aromatic plants--new host records. **Nematropica**, Florida, v.17, n. 2, p. 209-212, 1987.

KARL, A.C., SOUZA, R. M., MATTOS, J. K. A. patogenicidade de *Meloidogyne javanica* em quatro espécies de plantas medicinais. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 118-121, 1997.

KOFFI, K., KOMLA, S., CATHERINE, G., CHRISTINE, R., JEAN-PIERRE, C., LAURENCE, N. In vitro cytotoxic activity of *Cymbopogon citratus* L. and *Cymbopogon nardus* L. essential oils from Togo. **Bangladesh Journal of Pharmacology**, Bangladesh, v. 4, p. 29-34, 2009.

- KONG, J., SANG-MYUNG, L., YIL-SEONG, M., LEE, S., YOUNG-JOON, A. Nematicidal Activity of Plant Essential Oils against *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae). **Journal Asia-Pacific Entomology**, v. 9, n. 2, p. 173-178, 2006.
- KOSHY, P. K., EAPEN, S. J., PANDEY, R. Nematode parasites of spices, condiments and medicinal plants. In: LUC, M., SIKORA, R. A., BRIDGE, J. (Eds) **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. CAB International. p. 751-791. 2005.
- LABINAS, A.M., CROCOMO, W.B. Effect of Java grass (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1401-1405, 2002.
- LORDELLO, R. R. A., LORDELLO, A. I. L., PAULO, E. M. Multiplicação de *Meloidogyne javanica* em plantas daninhas. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 12, p. 84-92, 1988.
- LOPES, E. A., FERRAZ, S., FERREIRA, P. A., FREITAS, L. G., DALLEMOLE-GIARETTA, R. Soil amendment with chopped or ground dry leaves of six species of plants for the control of *Meloidogyne javanica* in tomato under greenhouse conditions. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 935-938. 2011.
- MACIEL, S.L., FERRAZ, L.C.C.B. Reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 2 e de *Meloidogyne javanica* em oito espécies de plantas medicinais. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, p. 232-236, 1996.
- MAHALWAL, V.S., ALI, M. Volatile constituents of *Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 18, p. 73-76, 2003.
- MARINO, R. H., GOMES, L. A. A., CRUZ, E. M. O., SILVA, A. C., BIANCHINI, F. G., MENESES, T. N., SANTOS, H. R., BLANK, A. F. Controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 com óleo essencial de *Lippia Alba*. **Scientia Plena**, São Cristóvão, p. v. 8, n. 4, p. 1-8, 2012.
- MARTINS, M. B. G., MARTINS, A. R., TELASCRÊA, M., CAVALHEIRO, A. J. Caracterização anatômica da folha de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (Poaceae) e perfil químico do óleo essencial. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 6, n. 3, p. 20-29, 2004.
- MARTINS, R. M. Estudio “*in vitro*” de la acción acaricida del aceite esencial de la gramínea citronela de java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) no carrapato *Boophilus microplus*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 08, n. 02, p. 71-78, 2006.
- MATOS, F. J. A. **Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de plantas medicinais brasileiras**. 2. ed. Fortaleza: Editora Universidade Federal do Ceará, 2004. 448 p.
- MAZUTTI, M., BELEDELLI, B., MOSSI, A.J., CANSIAN, R.L., DARIVA, C., OLIVEIRA, J.V. Caracterização química de extratos de *Ocimum basilicum* L. obtidos através da extração com CO₂ a altas pressões. **Química nova**, São Paulo, p. 1-5, 2005.
- MYERS, L., WANG, K., MCSORLEY, R., CHASE, C. Investigations of weed as reservoirs of plant-parasitic nematodes in agricultural systems in Northern Florida. **Research Bulletin**. Raleigh, Proceedings of 26th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, p. 256-265, 2004.

- MÔNACO, A. P. A. **Reação de Espécies de Plantas Daninhas a *Meloidogyne paranaensis***. 2008. 36 fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- MÔNACO A. P. A., CARNEIRO, R. G., SCHERER, A., SANTIAGO, D. C. 2011. Hospedabilidade de plantas medicinais a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 35, n. 2, p. 46-49, 2011.
- MOURA, M. R. Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte II. In: LUZ, W. C. da FERNANDES, J. M. C; PRESTES, A. M; PICININI, E. C. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: EMBRAPA, 1996. p. 281- 315.
- MOURA, R. M., RÉGIS, E. M. O., MOURA, A. M. Reação de dez espécies de plantas, algumas produtoras de óleos essenciais, em relação ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. javanica*, em população mista. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 14, p. 39-44, 1990.
- NANDAKUMAR, R., BABU, S., VISWANATHAN, R., RAGUCHANDER, T., SAMIYAPPAN, R. Induction of systemic resistance in rice against sheath blight disease by *Pseudomonas fluorescens*. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 33, p. 603-612, 2001.
- NATARAJAN, N; CORKB, A.; BOOMATHIA, N.; PANDIA, R.; VELAVANA, S.; DHAKSHNAMOORTHY, G. Cold aqueous extracts of African marigold, *Tagetes erecta* for control tomato root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. **Crop Protection**, v. 25, p. 1210-1213, 2006.
- NEGRELLE, R. R. B., GOMES, E. C. *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: chemical composition and biological activities. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 9, n. 1, p. 80-92, 2007.
- NEVES, W. S., FREITAS, L. G., COUTINHO, M. M., DALLEMOLE-GIARETTA, R., FABRY, C. F. S., DHINGRA, O. D., FERRAZ, S. Ação nematicida de extratos de alho, mostarda, pimenta malagueta, de óleo de mostarda e de dois produtos à base de capsainóides e alil isotiocianato sobre juvenis de *Meloidogyne javanica*, (treub) Chitwood, 1949, em casa de vegetação. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 4, p. 255-261, 2009.
- NOGUEIRA, M. A., OLIVEIRA, J. S., FERRAZ, S. Nematicidal hydrocarbons from *Mucuna aterrima*. **Phytochemistry**, New York, v. 42, n. 2, p. 997-998. 1996.
- OKA, Y., NACAR, S., PUTIEVSKY, E., RAVID AVID, U., YANYAN IV, Z., SPIEGEL, Y. 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.
- OLABIYI, T. I. Pathogenicity study and nematotoxic properties of some plant extracts on the root-knot nematode pest of tomato, *Lycopersicon esculentum* (L.). **Plant Pathology Journal** v. 7, n. 1, p. 45-49, 2008.
- OLIVEIRA, M. M. M., BRUGNERA, D. F., CARDOSO, M. G., ALVES, E., PICCOLI, R. H. Disinfectant action of *Cymbopogon* sp. essential oils in different phases of biofilm

formation by *Listeria monocytogenes* on stainless steel surface. **Food Control**, v. 21, n. 04, p.549-553, 2010.

OOSTENBRINK, M. Major characteristic of the relation between nematodes and plant. **Mededlingen voor Landb Hoogeschool**, Wageningen, v. 66, n. 4, p. 3-46, 1966.

PANDEY , R., DWIVEDI , B. K. Comparative study of different plant extracts for their nematicidal potential. **Nematology**. v. 11, n. 1/2, p. 39-43, 2000.

PARK, S. D., KIM, J. C., KHAN Z. Host status of medicinal plants for *Meloidogyne hapla*. **Nematropica**, Florida, v. 34, n. 1, p. 39-43, 2004.

PONTE, J. J. Da, HOLANDA, Y. C. A; ARAGÃO, M. L. Adendo ao catálogo de plantas hospedeiras de *Meloidogyne* no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 20, n. 1, p. 73-81, 1996.

PRODOCIMO, V., LOZANO, L.A.L. Ocorrência de *Meloidogyne* Goeldi, 1887 (Tylenchida: Heteroderidae) em plantas medicinais na região metropolitana de Curitiba, PR. **Revista do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, v. 17, n. 1-2, p. 171-175, 1998.

RADÜNZ, L. L. **Efeito da temperatura do ar de secagem no teor e na composição dos óleos essenciais de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) e hortelã-comum (*Mentha x villosa* Huds)**. 2004. 90 fls. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 2004.

REIS, G. G., PEISINO, A. L., ALBERTO, D. L., MENDES, M. F., CALÇADA, L. A. Estudo do efeito da secagem em convecção natural e forçada na composição do óleo essencial da citronela (*Cymbopogon nardus*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 8, n. 4, p. 47-55, 2006.

ROBBERS, E.; SPEEDIE, M.K.; TYLER, V.E. **Farmacognosia e farmacobiotechnologia**. São Paulo, Premier, 1997. 372 p.

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

SALGADO, S. M. L., CAMPOS, V. P. Extratos naturais na patogenicidade e reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 3 em feijoeiro. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 27, n. 1, p. 41-48, 2003.

SANTOS, M. H. DOS, CORRÊA, R. S., ROCHA, M. D., NAGEM, T. J., OLIVEIRA, T. T., LIMA, R. D., OLIVEIRA, J. R.. Efeito de Constituintes Químicos Isolados da Casca do Fruto de *Rheedia gardneriana* sobre a Eclosão de Juvenis de *Meloidogyne incognita* Raça 3. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 26, n. 5, p. 711-4, 2007.

SANGAWN, A. N. K., VERMA, B. S., VERMA, K. K., DHINDSA, K. S. Nematicidal activity of some essential plant oils. **Pesticide Science**. v. 28, n. 3, p. 331– 335, 1990.

SICILIANO, S. R., FERRAZ, L. C. C.B., MONTEIRO, A. R. Hospedabilidade de plantas a *Meloidogyne graminicola* no Brasil: Primeira parte. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 14, n. 1, p. 121-130, 1990.

- SINGH, H.; GUPTA, V.K.; RAO, M.M.; SANND, R.; MANGAL, A.K. Evaluation of essential oil composition of *Cymbopogon* spp. **International Journal of Pharmacy Recent Research**, v.3, p.40-43, 2011.
- SILVA, G. A., COIMBRA, J. L., SANTOS, F. S., NUNES, H. B. Efeito de extratos vegetais sobre o parasitismo do *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, no algodoeiro. **Natureza**, Coimbra, v. 9 (2) p.82-86. 2011.
- SILVA, F., CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: pós-colheita e óleos essenciais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 135 p.
- SOUZA J. T., CAMPO, V. P., MAXIMINIANO, C. Ocorrência e distribuição de nematoides associados a hortaliças e plantas medicinais. **Summa Phytopatologica**, Botucatu, v. 24, n. 3/4, p.283-291, 1998.
- SOUZA, R. M.; MATTOS, J. K. A.; KARL, A.C. Avaliação preliminares da reação de plantas medicinais a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 13, n. 2, p. 209-211, 1995.
- SCRAMIN, S., SILVA, H. P., FERNANDES, L. M. S., YHAN, C. A. Biological evaluation of 14 extracts of plant species on *Meloidogyne incognita* race 1. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 11, p. 89-102, 1987.
- STEFFEN, R. B., ANTONIOLLI, Z. I., BOSENBECKER, V. K., STEFFEN, G. P. K., LUPATINI, M., CAMPOS, A. D., GOMES, C. B. Avaliação de Óleos Essenciais de Plantas Medicinais no Controle de *Meloidogyne graminicola* em Arroz Irrigado. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 32, n. 2. p. 126-134, 2008.
- TAYLOR, A. L., SASSER, J. N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.)**. North Carolina State University: Raleigh N. C., 1978. 111 p.
- TAYLOR, A. L., SASSER, J. N. **Biología, Identificación y Control de los Nematodos de Nódulo de la Raíz. (Especies de *Meloidogyne*)**. Universidad del Estado del Carolina del Norte: Raleigh N.C., 1983. 111 p.
- TRONGTOKIT, Y., RONGSRIYAM, Y., KOMALAMISRA, N., APIWATHNASORN, C. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. **Phytotherapy Research**, v. 19, n. 04, p. 303-309, 2005.
- VELOSO, R. A., CASTRO, H. G., CARDOSO, D. P., SANTOS, G. R., BARBOSA, L. C. A., SILVA, K. P. Composição e fungitoxicidade do óleo essencial de capim citronela em função da adubação orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 12, p. 1707-1713, 2012.
- VIEIRA, R. F., SIMON, J.E. Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. **Economic Botany**, Bronx, v. 54, 207-216, 2000.
- WERLANG, R. C., SANTOS, M. A. Hospedabilidade de plantas daninhas comuns em áreas de soja da região dos cerrados a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira - suplementos**, Piracicaba, v. 24, n. 1, p. 100, 2000.

ZEM, A. C. Informações preliminares sobre os nematóides que se hospedam em plantas invasoras. In: II REUNIÃO DE NEMATOLOGIA, 2., 1977, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 1977. p. 45-48.