



**RAFAEL JÚNIOR VIEIRA**

**REAÇÃO A NEMATOIDE DAS GALHAS *Meloidogyne incognita* EM VARIEDADES  
DE PIMENTA.**

**BAMBUÍ-MG**

**2018**

**RAFAEL JÚNIOR VIEIRA**

**REAÇÃO A NEMATOIDE DAS GALHAS *Meloidogyne incognita* EM  
VARIEDADES DE PIMENTAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação e Ciência e Tecnologia – Câmpus Bambuí, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Agronomia sob a orientação do Professor Dr. Luciano Donizete Gonçalves.

**BAMBUÍ-MG**

**2018**

V657r Vieira, Rafael Júnior.

Reação a nematoide das galhas *Meloidogyne incognita* em variedades de pimentas. / Rafael Júnior Vieira. – 2018.

40 f.; il.: color.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Donizete Gonçalves.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Superior de Agronomia, 2018.

1. Fitonematoide. 2. Resistência genética. 3. *Capsicum*. I. Gonçalves, Luciano Donizete. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 635

**RAFAEL JÚNIOR VIEIRA**

**RESISTÊNCIA A NEMATOIDE DAS GALHAS *Meloidogyne incognita* EM  
VARIEDADES DE PIMENTAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Câmpus Bambuí como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação da professor Dr. Luciano Donizete Gonçalves.

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

---

Prof. Luciano Donizete Gonçalves (Orientador – IFMG – Câmpus Bambuí)

---

Prof. Rafael Pereira (Co-orientador – IFMG – Câmpus Bambuí)

---

Prof<sup>a</sup>. Erika Soares Reis (IFMG – CâmpusBambuí)

---

Prof. Ricardo Sousa Cavalcanti (IFMG – Câmpus Bambuí)

BAMBUÍ – MG

2018

*A minha mãe Rosandra pelo EXEMPLO de vida que  
representa para mim.*

*As minhas irmãs Rafaela e Gabriela pela  
COMPREENSÃO.*

*Aos meus amigos pelo INCENTIVO;*

*Ao meu orientador Luciano por todo APRENDIZADO  
e COMPANHEIRISMO;*

*Ao meu Coorientador Rafael pelo APOIO e  
CONSIDERAÇÃO.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida.

A minha mãe, Rosandra, meu maior orgulho e exemplo de vida, que me auxiliou durante toda a caminhada da graduação.

As minhas irmãs, Rafaela e Gabriela pela compreensão e por ter cuidado de nossa mãe nesses anos decorridos! A minha admiração.

Agradeço aos meus tios e primos, pela presença e zelo com a minha pessoa, aos meus avós Martinho e Altiva (*in memorian*) mestres na vida, modelos de superação e esteio de nossa família.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais – câmpus Bambuí, com especial carinho ao setor de Olericultura, técnicos de laboratório e seus servidores.

Ao Departamento em Fitopatologia, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial a Doutoranda Sylmara, pelo auxílio e disposição em ajudar a realizar uma etapa deste trabalho.

Agradeço aos meus orientadores Luciano e Rafael, mestres e amigos, que contribuíram para minha formação profissional! O meu muito obrigado.

Aos meus colegas da faculdade e meus amigos Vinicius, Leandro, Gabriel, Camilo, Paloma, Sebastião, Bárbara, Julie, Jackson, Maíza, Carolina, Karine e tantos outros, pela parceria, compreensão, ajuda nas horas de desespero. Vocês foram a minha segunda família.

MEU MUITO OBRIGADO!!!

*“Se você não puder se destacar pelo talento, vença pelo esforço”.*

*(Dave Weinbaum)*

## RESUMO

VIEIRA, Rafael Júnior. **Resistência a nematoide das galhas *Meloidogyne incognita* em variedades de pimenta** Bambuí: IFMG câmpus Bambuí, 2017. 40p.

As pimentas são hortaliças do gênero *Capsicum* spp. e são fortemente presentes na agricultura familiar. O cultivo destas espécies é dificultado devido a vulnerabilidade a pragas e doenças, dentre as quais pode-se destacar os fitonematoídeos das galhas. Devido aos problemas, o objetivo do presente estudo foi a identificação de variedades de pimentas resistentes e/ou tolerantes ao nematoide *Meloidogyne incognita*. O experimento foi conduzido utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por seis variedades de pimenta diferentes (Pimenta Malagueta '*Capsicum frutescens*', Pimenta Cambuci '*Capsicum baccatum* var. *pendulum*', Pimenta Dedo de Moça '*Capsicum baccatum*', Pimenta Bode Vermelha '*Capsicum chinense*', Pimenta Malaquetinha caipira '*Capsicum frutescens*' e Pimenta Cumari '*Capsicum baccatum* var. *praetermissum*'). Os testes para obtenção de variedades de pimenta resistentes foram realizados por meio da quantificação do índices de galhas (IG), massas de ovos (IMO), número de ovos por grama de raiz (NOGR) e fator de reprodução (FR), por meio da quantificação da população final de ovos de cada planta. Após a coleta dos dados, estes foram submetidos a análise de variância, sendo posteriormente realizado o teste de médias Scott Knott a 5% de probabilidade empregado pelo programa SISVAR. As características avaliadas foram correlacionadas, com o auxílio do programa estatístico GENES. A partir das análises obtidas dos genótipos, para as várias características avaliadas, constatou-se que duas variedades de pimenta (Malagueta e Bode Vermelha) foram resistentes ao *Meloidogyne incognita*, sendo portanto promissoras para plantio áreas contaminadas por nematoide desta espécie também para uso em programas de melhoramento genético de pimenta.

**Palavras-chave:** Fitonematoide, resistência genética, *Capsicum*, Fator de Reprodução.

## ABSTRACT

VIEIRA, Rafael Júnior. **Resistance to root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* in pepper varieties**, Bambuí: IFMG câmpus Bambuí, 2017. 40p.

The peppers and bell peppers are vegetables of the genus *Capsicum* spp., their cultivation are extremely present in family agriculture. The productions of these species are arduous due to vulnerability to pests and diseases, among which we can highlight the root-knot phytonematodes. Therefore, the objective of the present study was the identification of pepper varieties that are resistant and/or tolerant to nematode *Meloidogyne incognita*. The experiment was conducted using a completely randomized experimental design, with seven treatments and four replicates. The treatments consisted of seven different pepper varieties, commonly known in Brazil as Peper Malagueta '*Capsicum frutescens*', Peper Cambuci '*Capsicum baccatum* var. *pendulum*', Peper Dedo de Moça '*Capsicum baccatum*', Peper Tupã Bode Vermelha '*Capsicum chinense*', Peper Malaquetinha '*Capsicum frutescens*' e Peper Cumari '*Capsicum baccatum* var. *praetermissum*'. The tests to obtain resistant pepper varieties were carried out by means of the quantification of root-knot indexes, egg masses and reproduction factor, through the quantification of the final egg population of each plant. After data collection, the data were submitted to analysis of variance, followed by the Scott Knott averages test at 5% of probability used by the SISVAR program. The characteristics evaluated were correlated, by GENES statistical program. From the results obtained by the genotypes, for the several characteristics evaluated, it was verified that two varieties of pepper, Malagueta and Bode Vermelha, were resistant to *Meloidogyne incognita*. Considering that, these two varieties are promising for planting areas contaminated by nematode of the species and also could be applied to genetic improvement programs of peppers.

**Keywords:** Phytonematode, Genetic Resistance, *Capsicum*, Reproduction Factor.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Resumo da análise de variância para os dados de índice de galhas (IG) em variedades de pimenta inoculadas com <i>M. incognita</i> .....	30
TABELA 2 - Notas médias das variedades de pimenta para índice de galhas (IG)..	30
TABELA 3 - Resumo da análise de variância para os dados de índice de massa de ovos (IMO) em variedades de pimenta inoculadas com <i>M. incognita</i> .....	31
TABELA 4 - Notas médias das variedades de pimenta para índice de massa de ovos (IMO)..	31
TABELA 5 - Resumo da análise de variância para os dados de número de ovos por grama de raiz (NOGR) em variedades de pimenta inoculadas com <i>M. incognita</i> .....	32
TABELA 6 - Notas médias das variedades de pimenta para número de ovos por grama de raiz (NOGR).....	32
TABELA 7 - Resumo da análise de variância para os dados de Fator de reprodução (FR) em variedades de pimenta inoculadas com <i>M. incognita</i> .....	33
TABELA 8 - Notas médias das variedades de pimenta para o fator de reprodução (FR)..	33
TABELA 9 - Estimativas de correlação de Pearson entre os caracteres relacionados a reprodução de <i>Meloidogyne incognita</i> (IMO = índice de massa de ovos, IG = índice de galhas, NOGR = número de ovos por grama de raízes, FR = fator de reprodução) em variedades de pimentas.....	36

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	13
2.1	<b>Objetivos Gerais</b> .....	13
2.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	13
3	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
3.1	<b>Pimentas</b> .....	14
3.1.1	<b>Variedades de pimentas</b> .....	14
3.1.2	<b>Importância Econômica e social</b> .....	15
3.1.3	<b>Dificuldades na produção da pimenta</b> .....	16
3.2	<b>Fitonematoides em espécies do gênero <i>Capsicum</i></b> .....	17
3.2.1	<b>Principais danos causados em pimentas por nematoides</b> .....	18
3.3	<b>Resistência a fitonematoides</b> .....	19
3.3.1	<b>Resistência no gênero <i>Capsicum</i> a fitonematoides</b> .....	21
4	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
4.1	<b>Local dos experimentos</b> .....	23
4.2	<b>Extração do fitonematoide</b> .....	23
4.3	<b>Multiplicação do fitonematoide</b> .....	23
4.4	<b>Condução do experimento.</b> .....	24
4.4.1	<b>Avaliação da reação de diferentes variedades de pimenta ao <i>M. incognita</i></b> ....	24
4.5	<b>Análise estatística</b> .....	28
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	35
7	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	36
8	<b>Apêndice</b> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

As plantas do gênero *Capsicum*, nativas das américas, são compostas por pimentas e pimentões, pertencentes a família das solanáceas e são divididas em três grupos: domesticadas, semidomesticadas e silvestres. Estas espécies tem sido amplamente cultivadas em todo o país, principalmente por pequenos e médios produtores, ajudando na complementação da renda familiar (EPAMIG, 2006).

As áreas de cultivo se encontram ligadas a outras atividades como a pecuária e criação de outros animais, lavouras de grãos, horticultura e floricultura que são atividades de carro chefe em suas propriedades (CENSO AGROPECUÁRIO, 2009).

Contudo, um grande desafio para esses produtores é a falta de manejos eficientes no combate a fitonematoides, comprometendo a produtividade das lavouras. Entre as espécies de fitonematoides que causam danos econômicos destaca-se as do gênero *Meloidogyne*, presente amplamente em solos brasileiros (ROSA, 2013). “Os sintomas de infecções causadas pelos nematoides na parte aérea das plantas incluem nanismo, murcha, além de deficiência nutricional e tamanho reduzido de frutos” (PINHEIRO; AMARO; PEREIRA, 2012, p. 2).

A principal forma de controle dos nematoides inclui a utilização de produtos químicos, os nematicidas, os quais na grande maioria, não são registrados para as culturas da pimenta e do pimentão. Além disso, apresentam uma toxicidade alarmante com período residual que acompanha boa parte do curto ciclo das hortaliças. O uso de produtos químicos também proporciona um aumento no custo de produção e não alcançam a erradicação por completo dos parasitas na área (PINHEIRO, 2016).

A escassez de variedades de pimenta que apresentam tolerância aos nematoides existentes expõem ainda mais o produtor a riscos. com o aumento da área plantada e a expansão no mercado, é incontestável a busca por métodos mais eficazes no controle dos fitonematoides de um modo mais econômico e sustentável.

Diante disso, é possível que dentre as diversas variedades de pimentas existentes, possa existir alguns resistentes e/ou tolerantes ao nematoide das galhas (*Meloidogyne spp.*), já que grande parte das pimentas apresentam uma certa rusticidade. Estas possíveis fontes de resistência podem ser uma alternativa para plantio, em áreas que estejam infestadas com nematoides.

Outras alternativas seriam o emprego dessas variedades em bancos de germoplasma para a contribuição do melhoramento genético de plantas. Por último, a utilização de pimentas resistentes como porta-enxerto para a produção comercial de pimentões, que é algo a ser explorado, devido à importância comercial da cultura e devido os danos causados em áreas produtoras de pimentão, pois a pimenta e o pimentão apresentam grande compatibilidade por pertencerem ao mesmo gênero.

Diante da crescente demanda e importância da pimenta no Brasil, fica claro a necessidade da realização de novos estudos a procura de variedades de pimenta que apresentem resistência a nematoides, devido a fácil infestação desse patógeno que compromete as áreas agricultáveis para a cultura da pimenta.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivos Gerais

- Identificar variedades de pimentas resistentes ao nematoide das galhas *Meloidogyne incognita*.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Identificar o fator de reprodução (FR) para nematoides das galhas *Meloidogyne incognita* nas raízes.
- Avaliar o índice de galhas (IG) de todas as variedades.
- Avaliar a quantidade de massa de ovos por grama de raiz (IMO) das variedades de pimenta.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Pimentas

Pertencente à família das Solanaceae, do gênero *Capsicum*, as pimentas são largamente utilizadas pelo homem no decorrer dos tempos, seja na alimentação ou para uso medicinal. Uma planta típica com os primeiros registros de seu cultivo entre as tribos nativas da América Central e Sul, foi disseminada pelas primeiras navegações portuguesas, resultando na disseminação pelo resto do mundo (EPAMIG, 2006).

No Brasil, seu cultivo foi iniciado pelas próprias tribos que aqui se encontravam, utilizada largamente na culinária como condimentos para carnes e empregada nos rituais religiosos (ZANCANARO, 2009).

Hoje a maioria da produção é realizada por pequenos produtores que compõem a agricultura familiar, produzindo pimentas de diferentes formas, tamanhos, cores e pungência, favorecendo assim a riqueza de variedades encontradas no país.

##### 3.1.1 Variedades de pimentas

A pimenta do gênero *Capsicum*, divisão: Spermatophyta, filo: Angiospermae, classe: Dicotiledônea, ramo: Malvales-Tubiflorae, ordem: Solanales (Personatae), família: Solanacea é uma planta arbustiva com tamanho variável de acordo com a espécie, que apresenta na parte aérea folhas com formato ovalado e lanceolado, sua raiz é pivotante chegando a profundidades de 120 cm (EMBRAPA, 2007).

De acordo com Ribeiro (2004), as pimentas possuem trinta e cinco táxons (espécies e variedades) conhecidas e subdivididas de acordo com o nível de domesticação constituído por cinco táxons domesticados, cerca de 10 semidomesticados e 20 silvestres. Destas, a maioria das plantadas no Brasil é considerada variedade botânica ou grupo varietal com características de frutos bem definidos.

O grau de pungência, que determina a ardência de uma pimenta, é também levado em consideração para a sua classificação, assim como o tamanho, coloração e seu formato (ZANCARANATO, 2009). Segundo Carvalho *et al.* (2006) no Brasil é encontrado uma grande variedade de pimentas do gênero *Capsicum* que se encontram em matas de ambiente fechado e úmido de todo o território. Entre as mais cultivadas encontram-se: *Capsicum frutescens* (Malaguetas), *Capsicum chinense* (Pimenta de cheiro, Pimenta de Bode, Biquinho e Murupi), *Capsicum annuum* (Pimenta doce, Serrano e Cereja) e *Capsicum baccatum* (Cumari).

### 3.1.2 Importância Econômica e social

De acordo com Oliveira (2011), o país é consagrado como o segundo maior produtor da especiaria. Contudo, poucos são os dados atuais, que demonstram em números a importância econômica da cultura da pimenta no setor agrícola brasileiro. Como afirma Henz (2004) em seu trabalho, que há uma grande escassez de informações que dificulta a estimativa sobre os valores exatos de produção e área cultivada no Brasil.

Segundo as mais recentes publicações sobre área plantada e produção, as pimentas do gênero *Capsicum* por serem nativas do território brasileiro ocupam uma área estimada de 3 a 6 mil hectares (HORTIFRUTI, 2015). Essas áreas de grandes cultivos que concentram principalmente na região sul e sudeste, são responsáveis pelo constante crescimento no mercado, o faturamento estimado chega em mais de R\$ 100 milhões (EPAMIG, 2006).

Carvalho *et al.* (2006), mencionam que os principais produtores estão localizados nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Ceará e Rio Grande do Sul, devido aos costumes regionais e ser uma cultura de fácil ocorrência na região. Naquela temporada segundo o autor, chegaram a colher aproximadamente quarenta mil toneladas, alcançando uma produtividade média de acordo com o tipo produzido, o que pode variar de 10 t/ha a 30 t/ha.

Segundo o último censo agropecuário (2009), que visitou 12.678 agricultores de pimentas em diversas regiões do Brasil, apenas 2,25% destinam sua produção, somada em 2.254 toneladas, para cooperativas, indústrias e empresas integradoras, que repassam seu produto na forma de pimenta processada (enlatados, conservas, desidratadas e molhos) para seus consumidores.

Já a comercialização *in natura* (estado natural da pimenta), negociada pessoalmente com os consumidores em feiras livres e/ou porta a porta, representa 97,25% dos 12.678 agricultores que o censo agropecuário visitou, uma produção somada de 18.628 toneladas (CENSO AGROPECUÁRIO, 2009).

O fornecimento de pimentas para a comercialização no Brasil é basicamente oriunda da agricultura familiar, pequenos produtores que utilizam a especiaria como forma de complemento a renda mensal. Segundo a CEASAMINAS (Centrais de abastecimento de Minas Gerais S.A.) (2018), no ano de 2017 só a unidade grande BH conseguiu uma oferta de mais de meia tonelada de diversas variedades de pimentas, oriundas do interior de Minas Gerais.

De acordo com a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP (2018), no ano de 2017, a pimenta foi o 56º produto mais comercializado, com mais de seis toneladas fornecidas principalmente por produtores do interior de São Paulo.

A pimenta (*Capsicum* spp.) acaba se tornando marca registrada de um local quando utiliza seus sabores e aromas nas principais receitas da região, como menciona Barbieri e Stumpf (2008). A pimenta malagueta e a pimenta de bode, apesar de se encontrar em todo o país, no estado da Bahia são essenciais na preparação de molhos para vatapás, moquecas e caranguejos, que são os principais pratos apreciados pelos turistas.

Já na região centro-oeste do Brasil, precisamente no estado de Goiás, na preparação de carnes, feijão e biscoitos de polvilho para festas típicas é indispensável o uso da pimenta de bode (BARBIERI; STUMPF, 2008).

Há diversas pesquisas relacionadas as substâncias presente nas pimentas para a manipulação de novos medicamentos, como a chamada Capsaicina (RIBEIRO, 2004). Esta substância presente nos frutos tem sido estudada devido suas características analgésicas, anticancerígenas e anti-inflamatórias.

Segundo Ribeiro (2004), a Capsaicina é amplamente usada pelas indústrias farmacêuticas no tratamento de artrites, diabetes neuropáticas, neuralgias e dores pós-cirúrgicas, valorizando seu cultivo do ponto de vista medicinal e sua importância sócioeconômica.

### ***3.1.3 Dificuldades na produção da pimenta***

A busca por informações, com o intuito de conhecer as exigências da cultura e os tratamentos culturais que contribuem para o aumento da produtividade é de suma importância, já que a pimenta apesar de ser uma espécie mais rústica, também necessita de práticas de manejo.

Ribeiro (2004), menciona a importância no agronegócio de se investir em novas pesquisas, buscando solucionar os principais problemas que causam a baixa produtividade e diminuição na qualidade dos frutos, investindo em cultivares resistentes as pragas e doenças, sem perder as características que são exigidas no mercado.

A Pimenta (*Capsicum* spp.) é uma cultura de clima tropical, necessitando de temperaturas altas para seu melhor desenvolvimento, frutificação e germinação. Segundo Epamig (2006), para melhor germinação é necessária temperaturas entre 20°C a 30°C, já que

temperaturas abaixo de 15°C leva a semente a entrar em um estado de dormência, provocando queda de produção em mudas.

O aparecimento de plantas daninhas durante a instalação da cultura é um grande desafio para o agricultor, já que não se recomenda a utilização de controle químico, devido à falta de produtos registrados para a pimenta (HENZ *et al.*, 2007). Logo os métodos culturais devem ser adotados, como cobertura orgânica, rotação de culturas, espaçamento e densidade indicados (EPAMIG, 2006).

As pimenteiras, durante todo o seu ciclo apresentam vulnerabilidade à diversas pragas como o acaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*), Pulgão (*Aphidoidea*) spp., e Tripes (*Thysanoptera*), que dependendo do estágio em que se encontram causam aumento nos custos de produção e queda na qualidade do produto (RIBEIRO, 2004).

Reis *et al.* (2006), afirmam que a exposição da cultura da pimenta a fungos, bactérias e vírus, estimulam o aparecimento de diversas doenças patológicas, as quais são responsáveis pela diminuição dos ganhos na produção, causando receio ao produtor de investir em novas áreas.

De acordo com Henz *et al.* (2007), as doenças mais comuns encontradas em artigos publicados de etiologia fúngica são: Antracnose das solanáceas - *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz), Requeima - *Phytophthora capsici* e oídio - *Oidiopsis taurica*. Entre as doenças relacionadas a bactérias e vírus, as mais comuns são: Mancha Bacteriana - *Pústula-bacteriana*, Talo oco - *Erwinia* spp. e Viroses (Mosaicos, necrose e anéis).

### **3.2 Fitonematoide s em espécies do gênero *Capsicum***

Os nematoides têm grande destaque na cultura da pimenta devido seus prejuízos que podem causar na cultura, o que torna inviável financeiramente o plantio (Pinheiro, Amaro e Pereira, 2012). Algumas espécies causam graves problemas no sistema radicular da planta, desencadeando outras doenças. Nas pimentas se destacam principalmente o nematoide de galhas (*Meloidogyne ssp.*), o maior causador de danos na espécie (HENZ *et al.*, 2007).

As espécies *Meloidogyne incógnita* e *M. javanica* são as mais mencionadas em artigos de pesquisas relacionadas a métodos de prevenção e controle em pimentões e pimentas, devido a sua alta virulência. Pinheiro, Amaro e Pereira (2012), também afirmam que a suscetibilidade a estes dois fitonematoides em plantas do gênero *Capsicum* é um grande problema enfrentado por produtores.

Outras espécies deste mesmo gênero (*Meloidogyne arenaria* e *Meloidogyne hapla*) podem ser parasitas de pimentas (PINHEIRO; PEREIRA; GUIMARÃES, 2016). Contudo, de acordo com Taylor e Sasser (1978), a suscetibilidade não é absoluta, pois algumas plantas podem manifestar resistência parcial ou completa em alguns desses nematoides.

Além das espécies citadas, a ocorrência de um novo fitoparasita (*Meloidogyne enterolobii*) está preocupando produtores, devido a sua facilidade de disseminação e aos danos expressivos provocados na cultura das pimentas. Pinheiro, Pereira e Guimarães (2016), relataram que a espécie tem causado problemas no cultivo de pimentão no interior paulista e na cidade de Planaltina no Distrito Federal.

O fitonematoide *M. enterolobii* é encontrado mais comumente em solos brasileiros com poucos híbridos resistente no mercado (PINHEIRO; PEREIRA; SUINAGA, 2014). Os primeiros registros de *M. enterolobii* foram em porta-enxertos de pimentão no estado de São Paulo nos municípios de Pirajuí e Campos Novos Paulista, causando grandes danos a lavouras de produtores (CARNEIRO *et al.*, 2006).

Há uma grande diversidade de fitonematoides não mencionadas nesse estudo que são encontrados em solos brasileiros, devido ao ambiente favorável. Gêneros, espécies e raças que devem ser estudadas devido a facilidade de adaptação e reprodução em pimentas e pimentões.

### **3.2.1 Principais danos causados em pimentas por nematoides**

De acordo com Amorim, Filho e Kimati (1995), os danos causados pelos fitonematoides são em decorrência do juvenil presente no solo, denominado como pré-parasita. Ao atingir a superfície radicular da planta hospedeira por meio dos estiletos bucais, ocorre a produção de secreções esofagianas que induzem a divisões dos núcleos. Essas divisões causam a hiperplasia e hipertrofia celular presente no cilindro central, esse aumento celular é conhecido como galhas nas raízes.

Segundo Pinheiro, Pereira e Suinaga (2014), os primeiros sinais de galhas em pimentas podem aparecer de 15 a 20 dias após a exposição ao parasita. Pode ocorrer variação de tamanho e número, já que a interação patógeno e hospedeiro sofre alterações nos sintomas e reflexos, dependendo do tipo de planta e gênero/espécie de parasita (CAMPOS, 2000).

Pinheiro *et al.* (2013), em sua avaliação de plantas do gênero *Capsicum*, verificaram que a mesma espécie de planta atingiu diferentes índices de massas de ovos, galhas e fatores de reprodução, quando exposta a diferentes espécies de fitonematoides.

Os sintomas acarretados pelas meloidoginoses podem ser diretos, os quais são percebidos nas próprias raízes infestadas pelo patógeno e também indiretos, que são reflexos manifestados na parte aérea da planta (AMORIM; FILHO; KIMATI, 1995). Os reflexos indiretos podem ser manifestados como murcha e amarelecimento de folhas, pois as galhas limitam a absorção de nutrientes das raízes a absorção de água, dando um aspecto de plantas raquíticas (PINHEIRO; PEREIRA; GUIMARÃES, 2016).

Sintomas parecidos foram verificados por Carneiro et al. (2006), em seu experimento de campo, ao avaliar os pimentões que foram inoculados com a espécie *Meloidogyne mayaguensis*, constatando uma diminuição no número de raízes secundárias e necroses na raiz principal.

Segundo Taylor e Sasser (1978), além dos danos gerados no sistema radicular e parte aérea, os fitonematoides possibilitam o acesso de fungos, bactérias e vírus dentro da planta, devido a modificação do tecido vegetal que ocorre no local da contaminação, o que torna comum a manifestação de outras doenças dado a sua interação com outros patógenos.

### **3.3 Resistência a fitonematoides**

Devido a convivência que ocorre durante vários anos entre hospedeiros e patógenos, ambos na busca pela sobrevivência, várias modificações genéticas afetaram ambas populações, processo este chamado de coevolução (LIBÂNIO, 2005). Este processo só é possível graças a variabilidade genética de um indivíduo que aumenta as chances de resposta do hospedeiro ao patógeno e sua manifestação na planta poderá ser em forma de resistência e/ou tolerância. (AMORIM; FILHO; KIMATI, 1995)

De acordo com Amorim, Filho e Kimati (1995), a planta adquire resistência quando é portadora de um ou mais genes que expressam características que dificultam a multiplicação dos fitonematoides. Há vários níveis de resistência que uma planta pode possuir e sua avaliação é através da taxa de reprodução do patógeno, para diferenciar possíveis plantas resistentes e suscetíveis.

Para a definição do nível de resistência que uma planta possa apresentar é usada uma escala proposta por Oostenbrink (1966 apud BAIDA *et al.*, 2011) “Sendo consideradas imunes aquelas linhagens com FR igual a 0; resistentes com FR menor que 1,0 e suscetíveis com FR igual ou maior que 1,0”.

A utilização de espécies resistentes é essencial para um manejo que cause menos danos ao ambiente e diminua os custos de produção (LIBÂNIO, 2005). Algumas espécies conseguem se recuperar, desenvolver e produzir mesmo estando expostas a danos gerados pelos fitonematoides, chamadas de espécies tolerantes (LIBÂNIO, 2005).

Diversas espécies de vegetais são exploradas no campo devido suas características inibitórias a propagação dos nematoides. Em alguns estados produtores de algodão da região Centro Oeste e Nordeste a presença dos nematoides *Pratylenchus brachyurus* nos algodões é praticamente de 80% e o uso de genótipos resistentes é um dos manejos indispensáveis (INOMOTO; ASMUS, 2006).

Para Silva (2001), a soja é uma das culturas que devido a sua importância apresenta o maior número de genótipos com a resistência a nematoides do gênero *Meloidogyne*, *Heterodera* e *Globodera* entre outros. Pode-se citar inúmeros genótipos de diversas empresas que apresentam no mercado resistência satisfatória para a cultura da soja.

Dentro do manejo para controle de nematoides em grandes áreas é recomendado o uso da rotação de culturas com o uso de gramíneas. Segundo Carneiro *et al.* (2007) devido ao crescimento do melhoramento genético em gramíneas como sorgo, milho e milho é possível encontrar diversos materiais no mercado que apresentam resistência a diversos nematoides como *Meloidogyne incognita* Raça 1, Raça 3, *Meloidogyne paranaenses* e *Meloidogyne javanica* dentre outros.

Baida *et al.* (2011), analisando diferentes linhagens de feijão vagem, observaram que todos mostraram fator de reprodução menor que um ( $FR < 1$ ) para nematoides do gênero *Meloidogyne*. Florentino *et al.* (2003), também verificaram em diferentes materiais de alface (Grand Rapids, cultivares Legacy, Lorca e Madonna), menores índices de infecção radicular e maior produtividade a nematoides do mesmo gênero.

A resistência a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* em variedades de tomateiros foi descoberta a partir de acessos selvagens que apresentam um gene de resistência que possui oito alelos (Mi1 a Mi8), usados em cruzamentos para obter cultivares resistentes como: Débora Plus, Débora VFN, IPA - S e Viradouro (PINHEIRO; PEREIRA; SUINAGA, 2014).

Na cultura do alho com a finalidade de diminuir os custos com sistema de produção e gastos com nematicidas, Charchar, Tenente e Aragão (2003) fizeram uma avaliação com 26

genótipos e confirmaram a resistência completa ao nematoide *Ditylenchus dipsaci* em sete variedades, garantindo assim maior produtividade em áreas infestadas pelo fitonematóides.

Na constatação da importância da resistência e suscetibilidade ao *Meloidogyne javanica* em algumas hortaliças, Rosa, Westerich e Wilcken (2013) confirmaram a resistência de algumas plantas como a Salsa Graúda, Cebolinha Todo Ano “NEBUKA”, Salsa “Lisa Comum”, Alho “Poró Gigante” e cebolinha Todo Ano “Tókyo”. Além disso estes pesquisadores verificaram que das 10 *Brassicas* infestadas pelos nematoides, apenas duas são imunes (Couve de Bruxelas e Couve Tronchuda Portuguesa). Os autores também testaram o fator de multiplicação ao *M. javanica* em onze espécies de pimentas e pimentões e observaram que todas manifestaram resistência.

Pinheiro *et al.* (2014) em avaliação de resistência em genótipos de *C. chinense* e *C. baccatum* foi também encontrada mediana resistência das pimentas aos *M. javanica* e *M. incognita*, mostrando a necessidade de estudos futuros para melhor elucidar.

### **3.3.1 Resistência no gênero *Capsicum* a fitonematóides**

Segundo Pinheiro, Amaro e Pereira (2012) as primeiras pesquisas voltadas a resistência de nematoide em pimentas foram mais de 60 anos, com o surgimento de variedades de pimenta que apresentaram um único gene N, considerado como dominante em relação à resistência. A partir desse genótipo foi possível sua utilização para melhoramento de novas cultivares comerciais.

No Brasil, o cultivo de pimentas é possível em praticamente todo o território, porém a maioria dessas áreas se encontram contaminadas por fitonematóides, o que causa o aumento nos custos de produção, o que torna necessário a busca por genótipos resistentes (LIBÂNIO, 2005).

Algumas espécies comerciais de pimentas possuem resistência a alguns fitonematóides como: A BRS Mari (Pimenta dedo de moça), BRS Ema (pimenta tipo jalapeño) e BRS Sarakura que manifestam fator de reprodução menor que 1 ao *Meloidogyne incognita* Raça 1 (PINHEIRO *et al.*, 2013). Alguns genótipos ‘CNPH 680’, ‘CNPH 682’ e ‘CNPH 690’ de pimentão que pertencem ao banco de germoplasma da Embrapa, quando avaliados sua reação em convivência com o nematoide, também demonstraram resistência a espécie *M. incognita* (SOARES *et al.*, 2016).

Pinheiro *et al.* (2014), trabalhando com híbridos de pimentões experimentais (HE), seu recorrente (HER) e genótipos de *Capsicum* (*C. chinense*, *C. baccatum* e *C. frutescens*) todos do programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças, obtiveram alguns resultados de resistência múltipla ao *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* raça 1 nos híbridos (HE), (HER) e *Capsicum frutescens*.

Rosa, Westerich e Wilcken (2013), no estudo para determinar o fator de reprodução de algumas olerícolas do gênero *Capsicum* spp., relataram imunidade a *Meloidogyne javanica*, nas cultivares: Pimenta ‘Dedo de Moça’, ‘Malagueta’, ‘Doce Italiana’, ‘Jalapeño’, ‘Dagmar’, ‘Amarela comprida’ e de pimentão: ‘Casca Dura Ikeda’, ‘Silver’, ‘Magna Super’ e ‘AF 8253’.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram instalados e conduzidos no Setor de Olericultura, no Instituto Federal de Educação e Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) *Campus-BambuÍ* (latitude 18° 49' 41.02" e longitude 41° 58'52.07"). O clima da região é do tipo subtropical úmido com temperatura média anual de 22,5°C e precipitação pluviométrica média anual de 1426,3 mm. O projeto foi conduzido em casa de vegetação.

### 4.2 Extração do fitonematoide

A população inicial de nematoide das galhas foram retiradas de raÍzes de pimentões suscetÍveis ao *M. incognita*, provenientes da área experimental da Universidade Federal de Lavras – UFLA. No mesmo dia as raÍzes com galhas foram transportadas em sacos plÁsticos, até o laboratório de Melhoramento Genético de Plantas do IFMG, para extração dos ovos de *M. incognita*. A extração dos ovos foi realizada segundo o método recomendado por Hussey & Baker (1973), modificado por Bonetti e Ferraz (1981).

Após a coleta das plantas infectadas, realizou-se o corte das raÍzes que foram mergulhadas em água para limpeza. Em seguida as raÍzes são cortadas em fragmentos menores, com o auxílio de uma tesoura e colocadas no liquidificador, juntamente com uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, com uma quantidade suficiente para cobrir as raÍzes. Posteriormente foi realizada a trituração das raÍzes por aproximadamente 30 segundos.

O conteúdo triturado foi coado em duas peneiras sobrepostas, de 200 e 500 mesh, respectivamente. Primeiramente utilizou-se a peneira de 200 mesh, em seguida a de 500 mesh. Após a peneiração apenas o extrato contendo os ovos e juvenil do fitopatÓgeno foram quantificados com auxílio de um microscÓpico Óptico, utilizando a câmara de Neubauer.

O extrato foi armazenado na incubadora B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) na temperatura de 7°C, no escuro, por um período de trinta dias até a inoculação em tomates da cultivar Santa Clara para a multiplicação dos nematoides.

### 4.3 Multiplicação do fitonematoide

Para a multiplicação do nematoide no IFMG câmpus Bambuí, após trinta dias do extrato armazenado em B.O.D, os mesmos foram inoculados em quatorze vasos contendo a variedade de tomate Santa Clara (padrão de suscetibilidade). A inoculação foi realizada com o auxílio de

uma seringa, inoculado um volume contendo aproximadamente 5000 ovos. A aplicação da solução contendo os ovos, foi realizada no coleto da planta conforme a Figura 1A. Em estufa os vasos permaneceram isolados de outras culturas, em local forrado com pano de rafia e irrigação controlada por gotejamento, impedindo a proliferação dos nematoides pela área do câmpus de acordo com a Figura 1B. Após a inoculação foram executados todos os tratos culturais para o desenvolvimento do tomate e devida multiplicação do nematoide *M. incognita*.

Figura 1: Inoculação dos ovos de nematoides (A). Vasos contendo a variedade de tomate Santa Clara (B).



FONTE: Autor (2018)

#### 4.4 Condução do experimento.

##### 4.4.1 Avaliação da reação de diferentes variedades de pimenta ao *M. incognita*

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, na qual foram utilizados seis variedades de pimentas (Pimenta Malagueta '*Capsicum frutescens*', Pimenta Cambuci '*Capsicum baccatum* var. *pendulum*', Pimenta Dedo de Moça '*Capsicum baccatum*', Pimenta Tupã Bode Vermelha '*Capsicum chinense*', Pimenta Malaguetinha Caipira '*Capsicum frutescens*' e Pimenta Cumari '*Capsicum baccatum* var. *praetermissum*'). O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e quatro repetições.

A sementeira foi realizada no dia 05/06/2018 em bandejas de polietileno de 128 células com substrato comercial Maxfertil<sup>®</sup>, semeadas duas sementes por célula, com irrigações regulares duas vezes por dia, (Figura 2).

Figura 2: Semeadura de pimentas em bandejas de polietileno.



FONTE: Autor (2018)

Posteriormente, as mudas foram transplantadas para tubetes plásticos contendo substrato comercial Maxfertil<sup>®</sup>, sendo executado em setenta dias após a sementeira (DAS) conforme a Figura 3. Durante o transplante, realizou-se a inoculação do nematoide *M. incognita* com ajuda de uma pipeta graduada, depositando 3,0 ml da suspensão do inóculo contendo 6500 ovos em dois orifícios médios, com 3,0 cm de profundidade, na rizosfera de cada planta, para a multiplicação do nematoide. Todos os tratamentos culturais (adubação, controle de pragas, doenças, plantas daninhas e irrigação) foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura.

Figura 3: Mudas de pimentas transplantadas para tubetes.



FONTE: Autor (2018)

Após cinquenta e sete dias o transplante e inoculação, as plantas foram levadas ao Laboratório de Melhoramento Genético de Plantas para a retirada das mudas dos tubetes. As raízes foram mergulhadas em vasilhas com água para a limpeza e retirada do substrato,

mantendo o cuidado para não remover as massas de ovos presas às raízes, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4: Limpeza das raízes mergulhadas em água



FONTE: Autor (2018)

Após a limpeza das raízes, foi realizada a avaliação do índice de galhas (IG) utilizando-se uma escala de notas (1 à 5), sendo: 1 = raízes com ausência de galhas; 2 = uma ou poucas galhas; 3 = concentração intermediária de galhas, com maior concentração no terço superior; 4 = galhas presentes em toda a extensão da raiz; 5 = grande incidência de galhas, com grande concentração em todo comprimento da raiz (Figura 5).

Figura 5: Escala de notas de acordo com índice de galhas.



FONTE: Autor (2018)

Seguindo a metodologia proposta por Rocha, Muniz & Campos (2005), para a quantificação do índice de massas de ovos (IMO) as raízes foram mergulhadas em um recipiente contendo 500 mL de solução a 1% de concentração do corante alimentício Bordeaux (Refresco Docile, sabor morango), para realizar a coloração das raízes e facilitar a contagem do IMO (Figura 6). A contagem foi realizada com a ajuda de um contador manual em todas as plantas de cada tratamento, as raízes foram colocadas sobreposta em uma superfície clara e separada por zonas de contagem, conforme representado na Figura 7.

Figura 6: Coloração das raízes com corante alimentício.



FONTE: Autor (2018)

Figura 7: Contagem do índice de massa de ovos



FONTE: Autor (2018)

Para a quantificação do número de ovos por grama de raiz (NOGR) foi realizado a razão entre o n° de ovos e o peso das raízes, todas as raízes foram pesadas com a ajuda de uma balança eletrônica e posteriormente armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados, para a refrigeração evitando assim a sua degradação.

Logo após a análise do IMO, IG e NOGR foi executado a extração dos nematoides como especificado no item 4.2. Com o auxílio da câmara de Neubauer, utilizando o microscópico óptico, foi possível obter a população final, determinando o fator de reprodução (FR) a partir da fórmula:  $FR = \frac{População\ (final)}{População\ (inicial)}$ . Segundo Oostenbrink (1966 apud ROSA; WESTERICH; WILCKEN, 2013) as plantas com  $FR = 0$  são classificadas como imunes,  $FR < 1$  resistentes e  $FR > 1$  suscetíveis, conforme a Figura 8.

Figura 8: Quantificação da população final de nematoides na câmara de Neubauer



FONTE: Autor (2018)

#### 4.5 Análise estatística

Os dados de coleta foram avaliados e submetidos à análise de variância. As variáveis significativas no teste F, tiveram as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014). Foram estimadas as correlações de Pearson entre as médias de todas características avaliadas. A

hipótese de que o coeficiente de correlação Pearson é igual à zero ( $H_0: 0$ ) foi avaliada pelo *Teste t*. As análises foram realizadas usando o programa computacional GENES (CRUZ, 2006).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação de caracteres relacionados a reprodução de *Meloidogyne incognita* é importante para identificação de possíveis fontes de resistência de pimenta, as quais se tornam promissoras para plantio em áreas contaminadas por nematoide e para uso em programas de melhoramento genético de pimenta. Um questionamento que surge é se existe diferença na reação ao patógeno em diferentes variedades de pimenta, que foi o objetivo desse trabalho.

A partir dos resultados obtidos nas análises de variância, constatou-se diferença significativa ( $P < 0.01$ ) entre as variedades de pimenta para Índice de Galhas (IG), (APÊNDICE A). A variedade Bode Vermelha e Malagueta apresentaram menor IG quando comparadas as demais variedades.

Menores estimativas de IG também foram encontrados por Pinheiro *et al.* (2014) e Rosa, Westerich e Wilcken (2013) nas mesmas variedades. Já a pimenta Dedo de Moça e Cumari apresentam os maiores IG (Tabela 2).

Para a característica do índice de massa de ovos (IMO), constatou-se diferença significativa ( $P < 0.01$ ) entre as diferentes variedades de pimentas avaliadas, (APÊNDICE B). As pimentas Bode Vermelha e Malagueta apresentaram o menor IMO quando comparadas com as demais variedades pelo teste de médias.

A variedade Cumari e Dedo de Moça apresentou maior média para IMO. Rossi *et al.* (2015) em seu trabalho, também avaliou a variedade de pimenta Cumari, verificando os maiores valores de IMO (Tabela 4).

TABELA 4 - Notas médias das variedades de pimenta para índice de massa de ovos (IMO).

<b>Variedades de pimenta</b>	<b>Média</b>
Bode Vermelha	0,81 <b>a</b> *
Malagueta	2,00 <b>a</b>
Cambuci	42,75 <b>b</b>
Malaguetinha	48,00 <b>b</b>
Cumari	57,13 <b>b</b>
Dedo de Moça	72,31 <b>c</b>

\*Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O número de ovos por grama de raiz (NOGR) apresentou diferença significativa ( $P < 0.01$ ) entre as diferentes variedades, (APÊNDICE C). Para o teste de médias do NOGR os tratamentos que exibiram os menores valores foram Bode Vermelha e Malagueta. A variedade Dedo de Moça apresentou a maior média para NOGR quando comparada com as demais variedades (Tabela 6).

TABELA 6 - Notas médias das variedades de pimenta para número de ovos por grama de raiz (NOGR).

<b>Variedades de pimenta</b>	<b>Média</b>
Bode Vermelha	972,98 <b>a</b> *
Malagueta	1031,87 <b>a</b>
Cambuci	19753,71 <b>b</b>
Malagueta	25720,45 <b>b</b>
Cumari	28218,49 <b>b</b>
Dedo de Moça	36489,93 <b>c</b>

\*Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Evidenciou-se diferença significativa ( $P < 0.01$ ) entre as variedades de pimenta, a partir dos resultados obtidos na análise de variância para o Fator de Reprodução (FR), (APÊNDICE D). As variedades Bode Vermelha e Malagueta apresentaram menor FR de nematoides quando comparada as demais variedades pelo teste de médias.

A variedade Cambuci exibiu maior média para FR. O mesmo foi concluído por Rossi *et al.* (2015) e Pinheiro *et al.* (2014), que obtiveram o menor FR para a pimenta Bode Vermelha entre as variedades avaliadas (Tabela 8).

TABELA 8 - Notas médias das variedades de pimenta para o fator de reprodução (FR).

<b>Variedades de pimenta</b>	<b>Média</b>	<b>Reação</b>
Bode Vermelha	0,40 <b>a</b> *	R**
Malagueta	0,41 <b>a</b>	R
Malagueta	5,49 <b>b</b>	S
Cumari	6,49 <b>b</b>	S
Dedo de Moça	9,41 <b>b</b>	S
Cambuci	11,27 <b>c</b>	S

\*Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

\*\*S = Suscetível, R = Resistente.

Com relação a precisão experimental deste estudo é interessante observar os coeficientes de variação (CV%), que é umas das formas de avaliar a precisão com que foi conduzido o experimento e/ou realizadas as avaliações. Verifica-se que para todas as características avaliadas (Tabelas 1, 3, 4, 6), os respectivos CVs se encontram no que geralmente tem sido relatado na literatura para as características analisadas, demonstrando a precisão com que os experimentos foram conduzidos (PINHEIRO *et al.* 2014; PINHEIRO *et al.* 2013; ROSA, WESTERICH e WILCKEN, 2013).

A partir dos resultados obtidos verificou-se que as variedades Malagueta (*C. frutescens*) e Bode Vermelha (*C. chinense*) foram consideradas estatisticamente iguais e resistentes ( $FR < 1$ ), apresentando os menores valores para todas as características de reprodução de *M. incognita* avaliadas, diferenciando das demais variedades de pimentas analisadas (Figura 9). Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira (2007) e Oliveira *et al.* (2009) que ao estudar a reação de variedades de pimentas *Capsicum sp.* a *Meloidogyne incognita* obtiveram resultados semelhantes, ou seja, valores de  $FR < 1$  conferindo resistência a este nematoide.

Figura 9: Variedade de pimenta (Dedo de Moça) suscetível a *M. incognita* (5). Variedade de pimenta (Malagueta) resistente a *M. incognita* (1).



FONTE: Autor (2018)

De forma contrária aos resultados obtidos neste trabalho, Rossi *et al.* (2015), avaliando a reação de variedades de pimenta a *M. incognita*, verificaram que as variedades Malagueta e

Bode apresentaram reação de suscetibilidade ao nematoide. Este fato pode ser explicado devido as variações de raças que podem existir dentro da espécie (PINHEIRO, 2016).

Para as variedades Cambuci (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) e Malaguétinha (*Capsicum frutescens*) houve uma reação de suscetibilidade ao nematoide, apresentando estimativas médias iguais para os caracteres IG, IMO e NOGR. No entanto para o FR a pimenta Malaguétinha apresentou ser mais favorável a reprodução do nematoide ( $FR > 1$ ), sendo portanto considerada como a variedade mais suscetível no presente estudo.

Pinheiro *et al.* (2014) apresentou resultados diferentes em quatro genótipos de *Capsicum frutescens*, onde todos manifestaram resistência ao nematoide *M. incognita*. Em relação a pimenta Cambuci, o mesmo autor evidenciou uma alta suscetibilidade da espécie. Diferente do encontrado por Rosa, Westerich e Wilcken (2013) em que a pimenta Cambuci obteve resultado zero para todas as características, sendo considerada altamente resistente ao desenvolvimento do nematoide *M. javanica*.

As variedades Dedo de Moça (*Capsicum baccatum*) e Cumari (*Capsicum baccatum* var. *praetermissum*) foram semelhantes quanto ao IG e IMO, manifestando os maiores valores médios em comparação com todos os outros tratamentos. Apesar de apresentarem diferença com relação aos caracteres NOGR e FR, ambas foram suscetíveis ao nematoide ( $FR > 1$ ). A alta suscetibilidade destas variedades corroboram com dados existentes na literatura, em que Rossi *et al.* (2015) e Pinheiro *et al.* (2014), verificaram suscetibilidade das variedades dedo de moça e cumari ao nematoide *M. incognita*, apresentando elevados números do IG e IMO. Ainda segundo Oliveira *et al.* (2009), a alta incidência de nematoides nestas variedades pode ser influenciado pela alta temperatura do solo. Resultados diferentes foram obtidos por Rosa, Westerich e Wilcken (2013), em que as mesmas variedades de pimenta apresentaram resistência ao nematoide *M. javanica*.

As estimativas das correlações de Pearson entre as médias do índice de galhas (IG) e o índice de massas de ovos (IMO) e também, do IG com o Fator reprodução (FR), foram de 0,97 e 0,88, respectivamente, (Tabela 9).

A correlação entre estas características foram de alta magnitude e significativas, indicando que os dois métodos (FR e IMO) forneceram informações semelhantes ao IG. No entanto, considerando a viabilidade prática dos métodos avaliados, pode-se inferir que o uso do IG é mais adequado. Pinheiro, Amaro e Pereira (2012) mencionam que as massas de ovos são visualizadas aderidas as galhas presente nas raízes, havendo uma relação entre a ocorrência das

duas características. Gomes *et al.* (2003) ao comparar diferentes características utilizadas na avaliação de resistência a nematoides das galhas em alface, verificou que o índice de número de galhas (ING) apresenta-se como a mais adequada para ser utilizada em trabalhos de melhoramento, visando à seleção de plantas resistentes à nematoides. Ainda segundo estes autores o ING além de se mostrar confiável, é de fácil execução e não destrutiva, permite a redução no trabalho e preservação das plantas selecionadas. De acordo com Charchar e Moita (2005, p. 6) “Os índices de massas de ovos e de galhas dos nematoides são opções para usos separado ou simultâneo, considerando que as duas opções expressam, semelhantemente, a reação de plantas por infecção de *Meloidogyne*”.

TABELA 9 - Estimativas de correlação de Pearson entre os caracteres relacionados a reprodução de *Meloidogyne incognita* (IMO = índice de massa de ovos, IG = índice de galhas, NOGR = número de ovos por grama de raízes, FR = fator de reprodução) em variedades de pimentas.

Correlação de Pearson				
	IG	IMO	NOGR	FR
IG	-	0,97**	-0,55	0,88*
IMO	-	-	-0,65	0,84*
NOGR	-	-	-	-0,13
FR	-	-	-	-

\*\* : Significativo a 1% e \* : 5% de probabilidade pelo teste t

As estimativas das correlações de Pearson entre as médias do IG e n° de ovos por grama de raiz (NOGR) e também, do IMO e NOGR, foram de -0,55 e -0,65, respectivamente. A correlação entre estas características foram de média magnitude e negativas, indicando uma tendência na redução do sistema radicular quando a infestação por nematoide *M. incognita* é alta. Campos (2000) afirma que a presença de nematoides no sistema radicular das plantas, causam a perda no volume dos pelos absorventes da zona pilífera da raiz e conseqüentemente redução do sistema radicular. Segundo Oliveira (2007), a alta infestação por espécies de nematoides pode provocar uma redução no número de raízes finas e presença de raízes muito curtas, o que pode contribuir para redução do sistema radicular da planta.

## 6 CONCLUSÃO

As variedades Bode Vermelha “*Capsicum chinense*” e Malagueta “*Capsicum frutescens*” são classificadas como resistentes pelo IMO, NOGR, IG e FR ao *Meloidogyne incognita*, o que ocasiona uma alternativa de plantio para áreas infestadas pelo nematoide.

As variedades Pimenta Cambuci “*Capsicum baccatum* var. *penduculum*”, Pimenta Dedo de Moça “*Capsicum baccatum*”, pimenta malaquetinha “*Capsicum frutescens*”, Pimenta Cumari “*Capsicum baccatum* var. *praetermissum*” apresentaram características que confere uma suscetibilidade ao *M. incognita*.

A avaliação de índice de galhas (IG) é uma informação segura para definição de resistência, apresentando uma alta correlação com o Fator de Reprodução (FR) e índice de massas de ovos (IMO).

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, L.; FILHO, A. B.; KIMATI, H. **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 1, p. 919, 1995.
- BAIDA, F. C.; SANTIAGO, D. C.; SADAYO ASSARI TAKAHASHI, L.; ATHANÁZIO, J. C.; CAPPARELLI CADIOLI, M.; LEVY, R. M. **Reação de linhagens de feijão-vagem ao *Meloidogyne javanica* e *M. paranaensis* em casa-de-vegetação**. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 33, n. 2, 2011.
- BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Pimentas um tempero pra lá de antigo**. Embrapa Clima Temperado-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2008.
- BONETTI J. I.; FERRAZ, S. **Modificações do método de Hussey & Barker (1973) para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro**. Fitopatologia Brasileira 6:553. 1981
- CAMPOS, V. P. **Manejo de doenças causadas por fitonematoide s**. Lavras: UFLA/FAEPE, v. 1, p. 124, 2000.
- CARNEIRO, R. G. *et al.* **Reação de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne incógnita*, *M. javanica* e *M. paranaensis***. Nematologia Brasileira, v. 31, n. 2, p. 9-13, 2007.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A.; BRAGA, R. S.; ALMEIDA, C. D.; GIORIA, R. **Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* parasitando plantas de tomate e pimentão resistentes à meloidoginose no estado de São Paulo**. Nematologia Brasileira, v. 30, n. 1, p. 81-86, 2006.
- CARVALHO, S. I. C.; DE BEM BIANCHETTI, L.; COSTA RIBEIRO, C. S.; LOPES, C. A. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Embrapa Hortaliças, 2006.
- CEAGESP. **Pimenta**. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/produtos/pimenta-verde/>>. Acesso em: 18 ago. 2018.
- CEASAMINAS - CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS S.A. **Ofertas de produtos mercado: ceasa-mg unidade grande BH**. Disponível em: <[http://minas1.ceasa.mg.gov.br/detec/ofertas\\_medio\\_prd/ofertas\\_medio\\_prd.php](http://minas1.ceasa.mg.gov.br/detec/ofertas_medio_prd/ofertas_medio_prd.php)>. Acesso em: 18 ago. 2018.
- CENSO AGROPECUÁRIO, IBGE. **Brasil, grandes regiões e Unidades da Federação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.
- CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. **Metodologia para seleção de hortaliças com resistência à nematoides: alface/*Meloidogyne spp.*** Embrapa Hortaliças-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2005.
- CHARCHAR, J. M.; TENENTE, R. CV.; ARAGÃO, F. AS. **Resistência de cultivares de alho a *Ditylenchus dipsaci***. Nematologia brasileira, v. 27, n. 2, p. 179-184, 2003.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. UFV, 2006

EPAMIG - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Informe agropecuário**: Cultivo da pimenta. v. 27, n.235 - Belo Horizonte, nov./dez. 2006.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. Ciênc. agrotec. vol. 38, n.2, 2014

FLORENTINO, C. E.; GOMES, L. A.; FERREIRA, R. P.; FIORINI, C. V.; FELÍCIO, A. C. **Influência dos nematoides das galhas *Meloidogyne spp.*, na produção da alface em ambiente protegido**. In: Congresso Brasileiro de Olericultura. Recife: SOBUFRPE, 2003.

GOMES, L. A. A.; CAMARGO JUNIOR, O. A.; CAIXETA, T. B.; FIORINI, C. V. A.; FLORENTINO, C. E. T.; FERREIRA, R. P. D. **Eficiência de diferentes características para avaliação da resistência a nematoides em alface**. In: 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003, Recife - PE. Horticultura Brasileira, 2003.

HENZ, G. P.; LOPES, C. A.; RIBEIRO, C. S. C.; CRUZ, D. M. R.; CRUZ, D. M. R.; FRANÇA, F. H.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; SILVA, H. R.; PESSOA, H. S.; BIANCHETTI, L. B.; JUNQUEIRA, N. V.; MAKISHIMA, N.; FONTES, R. R.; CARVALHO, S. I. C.; MAROUELLI, W. A.; PEREIRA, W. **Pimenta (*Capsicum spp.*)**. 2007. Disponível em:[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/pimenta/pimenta\\_capsicum\\_spp/doencas.html](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/pimenta/pimenta_capsicum_spp/doencas.html). Acesso em: 02 mar. 2018.

HENZ, G. P. **Perspectivas e potencialidades do mercado de pimentas**. Anais do I Encontro Nacional de Agronegócio de Pimentas. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 1-8, 2004.

HORTIFRUTI, Brasil. **Pimenta**. Ervas e especiarias, São Paulo, n. 147, p. 14, jul. 2015.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. **Controle de nematoides e resistência, rotação e nematicidas**. Visão Agrícola, v. 6, p. 47-50, 2006.

LIBÂNIO, R. A. **Obtenção de híbridos de pimentão com resistência a nematoides de galhas *Meloidogyne incognita***. Diss. Universidade Federal de Lavras, 2005.

OLIVEIRA, A. M. C de. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e atividade antifúngica de pimentas do gênero *Capsicum spp.*** Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

OLIVEIRA, C. D. D.; BRAZ, L. T.; SANTOS, J. M. D.; BANZATTO, D. A.; OLIVEIRA, P. R. D. **Resistência de pimentas a nematoides de galha e compatibilidade enxerto/porta-enxerto entre híbridos de pimentão e pimentas**. Horticultura Brasileira, p. 520-526, 2009.

OLIVEIRA, C. D de. **Enxertia de plantas de pimentão em *Capsicum spp.* no manejo de nematoides de galha**. 2007.

PINHEIRO, J. B.; REIFSCHNEIDER, F. J.; PEREIRA, R. B.; MOITA, A. W. **Reação de genótipos de *capsicum* ao nematoide -das-galhas (*meloidogyne spp.*)**. Horticultura Brasileira, v. 32, n. 3, 2014.

PINHEIRO, J. B. **Reprodução de *meloidogyne spp.* em *capsicum spp.*** Nematologia brasileira, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 20-25, mai. 2013.

PINHEIRO, J. B. **Nematoídes em hortaliças formadoras de raízes e tubérculos: ocorrência, manejo e desafios.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, Petrolina. Nematologia do litoral ao sertão: avanços e desafios. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2016.

PINHEIRO, J. B.; AMARO, G. B.; PEREIRA, R. B. **Nematoídes em pimentas do gênero *Capsicum*.** Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2012.

PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B.; GUIMARÃES, J. A. **Nematoíde das galhas (*Meloidogyne spp.*) Em pimentão.** 1 ed. [S.L.]: Embrapa Hortaliças-Circular Técnica, 2016.

PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B.; SUINAGA, F. A. **Manejo de nematoídes na cultura do tomate.** Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2014.

REIS, A.; DUVAL, A. M. Q.; NAGATA, A. K. I.; ÁVILA, A. C.; LOPES, C. A. **Manejo de doenças em pimentas no Brasil.** II Encontro Nacional do Agronegócio Pimentas (*Capsicum spp.*): Embrapa Hortaliças, 2006.

RIBEIRO, C. S. C. **Pesquisas com *Capsicum* na Embrapa.** I Encontro Nacional do Agronegócio de Pimentas, 2004.

ROCHA, F. S.; MUNIZ, M. F. S.; CAMPOS, V. P. **Coloração de fitonematoídes com corantes usados na indústria alimentícia brasileira.** Nematologia brasileira, v. 29, n. 2, p. 293-297, 2005.

ROSA, J. M. O.; WESTERICH, J. N.; WILCKEN, S. R. S. **Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde.** Tropical Plant Pathology, p. 133-141, 2013.

ROSSI, C. E.; LIMA, C. B.; SIQUEIRA, R. N. D. P.; MELO, A. M.; LOURENÇÃO, A. L.; POLTRONIERI, M. C. **Resistência de genótipos de *Capsicum* a *Meloidogyne incognita*.** Horticultura Brasileira, p. 331, 2015.

SILVA, J. F. V. **Resistência genética de soja a nematoídes do gênero *Meloidogyne*. Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja.** Londrina: Embrapa Soja/Sociedade Brasileira de Nematologia, p. 95-127, 2001.

EMBRAPA. **Pimenta Botânica.** 2007. Disponível em: <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/pimenta/pimenta\\_capsicum\\_spp/botanica.html](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/pimenta/pimenta_capsicum_spp/botanica.html)>. Acesso em: 11 set. 2018.

SOARES, R. S.; SILVA, E. H. C.; DINIZ, G. M. M.; CANDIDO, W. S.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; BRAZ, L. T. **Resistência genética de genótipos de *Capsicum annuum* a nematoídes de galhas.** Ciência & Tecnologia Fatec-JB, v. 8, n. esp. 2, 2016.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes.** North Carolina State University Graphics, v. 111, 1978.

ZANCANARO, R. D. **Pimentas: tipos, utilização na culinária e funções no organismo.** 2009.

## 8 Apêndice

APÊNDICE A - Resumo da análise de variância para os dados de índice de galhas (IG) em variedades de pimenta inoculadas com *M. incógnita*.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>P-valor</b>
Tratamentos	5	6,1554	<0,0001*
Erro	18	0,1751	
Média	3,00		
C.V(%)	13,9%		

\* significativo 1% de probabilidade, pelo teste de F

APÊNDICE B - Resumo da análise de variância para os dados de índice de massa de ovos (IMO) em variedades de pimenta inoculadas com *M. incógnita*.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>P-valor</b>
Tratamentos	5	3472,3	<0,0001*
Erro	18	99,838	
Média	37,16		
C.V(%)	26,9%		

\* significativo 1% de probabilidade, pelo teste de F

APÊNDICE C - Resumo da análise de variância para os dados de número de ovos por grama de raiz (NOGR) em variedades de pimenta inoculadas com *M. incógnita*.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>P-valor</b>
Tratamentos	5	867112018,580	<0,0001*
Erro	18	39417893,854	
Média	18697,90		
C.V(%)	33,6%		

\* significativo 1% de probabilidade, pelo teste de F

APÊNDICE D - Resumo da análise de variância para os dados de Fator de reprodução (FR) em variedades de pimenta inoculadas com *M. incógnita*.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>P-valor</b>
Tratamentos	5	81,1515	<0,0001*
Erro	18	2,00317	
Média	5,58		
C.V(%)	25,4%		

\* significativo 1% de probabilidade, pelo teste de F