

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE *Capsicum annuum* A
NEMATOIDES DE GALHA**

Renato Silva Soares

Engenheiro Agrônomo

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE *Capsicum annuum* A
NEMATOIDES DE GALHA**

Renato Silva Soares

Orientadora: Profa. Dra. Leila Trevisan Braz

Coorientadores: Dr. Francisco José Becker Reifschneider

Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

2017

S676r Soares, Renato Silva
Reação de genótipos de *Capsicum annuum* a nematoides de galha / Renato Silva Soares. – – Jaboticabal, 2017
v, 56 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientadora: Leila Trevisan Braz
Coorientadores: Francisco José Becker Reifschneider, Pedro Luiz Martins Soares
Banca examinadora: Vanessa dos Santos Paes-Takahashi, Walter Maldonado Junior
Bibliografia

1. Acessos de pimentas e pimentões 2. *Meloidogyne* spp. 3. Resistência I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 635.649:632.9

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE *Capsicum annuum* A NEMATOIDES DE GALHA

AUTOR: RENATO SILVA SOARES

ORIENTADORA: LEILA TREVISAN BRAZ

COORDENADOR: FRANCISCO JOSÉ BECKER REIFSCHNEIDER

COORDENADOR: PEDRO LUIZ MARTINS SOARES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. LEILA TREVISAN BRAZ

Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Pesquisadora Dra. VANESSA DOS SANTOS PAES-TAKAHASHI

Consultora Independente em Nematologia Agrícola / Ribeirão Preto, SP

PÓS-DOUTORANDO WALTER MALDONADO JÚNIOR

Departamento de Ciências Exatas / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 21 de fevereiro de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RENATO SILVA SOARES - nascido em 05 de setembro de 1991, na cidade de Itapuranga – GO. Filho de José de Almeida Soares e Ivanda Maria da Silva Soares, formou-se técnico em agropecuária pelo Instituto Federal Goiano – Câmpus Ceres, em 2009. Em 2010, ingressou no curso de Agronomia pela mesma instituição. No decorrer da graduação, foi bolsista de iniciação científica PIBITI/CNPq (2010/2011), PIBITI/IFGoiano (2011/2013) e PIVIC (2013/2014), desenvolvendo o projeto “Melhoramento genético de pimentas *Capsicum* adaptadas às condições edafoclimáticas do centro e norte Goiano”. Também participou de pesquisas na área de produção e tecnologia de sementes, na mesma instituição. Em 2014, realizou estágio curricular na Embrapa Hortaliças, onde participou de atividades ligadas ao melhoramento genético de *Capsicum* spp., sob orientação dos pesquisadores Dr. Francisco José Becker Reifschneider e Dra. Cláudia Silva da Costa Ribeiro. Ingressou no curso de mestrado em Agronomia (área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista, Câmpus Jaboticabal-SP, em 2015. Foi bolsista CAPES, atuando na área de melhoramento genético para resistência a pragas e doenças, com enfoque na cultura do pimentão.

Mas os que esperam no Senhor, renovarão as suas forças, subirão com asas como águias, correrão e não se cansarão, caminharão e não se fatigarão.

(Isaías 40:31)

Aos meus pais, José de Almeida Soares e Ivanda Maria da Silva Soares, que nunca mediram esforços para que todos os meus anseios pudessem ser alcançados.

DEDICO

Aos meus queridos irmãos Franciele da Silva Soares e Douglas da Silva Soares, pelo apoio constante e por estarem sempre presentes, mesmo a distância, em minha vida.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por abençoar minha vida, dando discernimento para enfrentar e superar as dificuldades.

Aos meus pais, José de Almeida Soares e Ivanda Maria da Silva Soares, pelo exemplo de luta, determinação e companheirismo, e por sempre estarem presentes em minha vida.

Aos meus irmãos Douglas da Silva Soares e Franciele da Silva Soares, pelo apoio e carinho.

Aos meus avós e toda a família, pelo apoio e incentivo.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, em especial ao programa de Pós-Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pela oportunidade concedida para a realização do curso em nível de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

À Profa. Dra. Leila Trevisan Braz, pela orientação, atenção, apoio, ensinamentos e incentivo na busca de conhecimento. Além de orientadora, tornou-se um exemplo de humildade, sabedoria e ética profissional.

Aos coorientadores, Dr. Francisco José Becker Reifschneider e Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares, pelos ensinamentos e orientações.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), que muito contribuíram para minha formação, em especial: Dra. Leila Trevisan Braz, Dr. Rinaldo Cesar de Paula, Dra. Sandra Uneda-Trevisoli, Dr. Pedro Luiz Martins Soares, Dr. Adhemar Sanches, Dr. Antônio Orlando Di Mauro e Dra. Maria Inês Tiraboschi Ferro.

A minha namorada Roberta L. Vidal, pelo companheirismo, amizade e por sempre estar ao meu lado apoiando, incentivando, ajudando e, principalmente, amando-me.

Aos amigos da República Toca Fogo: Adão Felipe, Edgard Henrique, Emiliano Brandão, Clebson Massara, Matheus Borba, Antônio Tassio.

À Embrapa Hortaliças, em especial aos pesquisadores Dr. Francisco José Becker Reifschneider, Dra. Cláudia Silva da Costa Ribeiro e Dra. Sabrina Isabel Costa de Carvalho, pelo fornecimento do material genético, essencial para a execução desta pesquisa.

Aos amigos do grupo do Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento – NEOM, Edgard Henrique, Roberta Vidal, Carol Franco, Guilherme Diniz, Marcus Vinícius, Willame Candido, Lucas Santos, Hudson Rabelo, Heloísa Borges, Bruna, Lucas Gomes. Agradeço pelos momentos de trabalho e descontração vividos.

Aos funcionários do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, Inauro, Reinaldo e Cláudio. Agradeço pela ajuda e conselhos dados durante a realização dos experimentos.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal (Horticultura): Rosane, Sidnéia e Wagner.

Aos funcionários do Laboratório de Nematologia (Departamento de Fitossanidade).

Aos membros da banca examinadora: Profa. Dra. Leila Trevisan Braz, Prof. Dr. Walter Maldonado Júnior e Dra. Vanessa dos Santos Paes-Takahashi, pela disponibilidade em participar da banca.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

Página

RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos gerais do gênero <i>Capsicum</i>	3
2.1.1 Importância econômica e nutricional.....	4
2.1.2 <i>Capsicum annuum</i>	5
2.2 Nematoides de galha (<i>Meloidogyne</i> spp.)	7
2.2.1 Biologia	8
2.2.2 Controle de <i>Meloidogyne</i> em cultivo de pimentas e pimentões	9
2.2.2.1 Controle preventivo.....	10
2.2.2.2 Controle cultural.....	10
2.2.2.3 Controle químico	11
2.2.2.4 Controle biológico	11
2.2.2.5 Controle genético.....	11
2.2.3 Mecanismos e fontes de resistência a <i>Meloidogyne</i> spp. em <i>Capsicum</i>	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Local de condução	14
3.2 Genótipos avaliados	14
3.3 Delineamento experimental	17
3.4 Obtenção, identificação e multiplicação das espécies de <i>Meloidogyne</i> spp.	17
3.5 Produção de mudas e transplante	18
3.6 Preparo das suspensões e inoculação das mudas com <i>M. incognita</i> raça 3, <i>M. javanica</i> e <i>M. enterolobii</i>	20
3.7 Avaliações das plantas inoculadas	20
3.8 Análises estatísticas	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÕES	40
6 REFERÊNCIAS.....	41

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE *Capsicum annuum* A NEMATOIDES DE GALHA

Resumo - O pimentão (*Capsicum annuum* L.) apresenta grande importância socioeconômica, estando entre as dez hortaliças mais consumidas no Brasil. O cultivo dessa olerácea em ambiente protegido tem aumentado de forma significativa no decorrer dos anos. Entretanto, o cultivo intensivo nesse sistema tem causado aumento da incidência de nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.). Uma forma de manejar esses fitoparasitas na cultura é o uso de cultivares ou porta-enxertos com resistência às principais espécies. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a reação de genótipos de *C. annuum* quanto à resistência múltipla à *Meloidogyne incognita* raça 3, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*. Por motivo de logística, o trabalho foi realizado em três experimentos, utilizando o delineamento inteiramente casualizado, sendo o primeiro em esquema fatorial 31 x 3 (27 genótipos de *C. annuum*, as cultivares de pimenta BRS Moema e BRS Mari, uma linhagem de *C. frutescens* e o tomateiro ‘Santa Cruz Kada’) e três espécies de nematoides (*M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*), o segundo em esquema fatorial 39 x 3 (36 acessos de *C. annuum*, duas cultivares de pimenta utilizadas no primeiro experimento e o tomateiro ‘Santa Cruz Kada’) e as três espécies de nematoides mencionadas anteriormente, e o terceiro experimento em fatorial 27 x 3, sendo 24 genótipos de *C. annuum*, as cultivares de pimenta BRS Moema e de pimentão Ikeda, o tomateiro ‘Santa Cruz Kada’ e as três espécies de nematoides de galhas utilizadas nos experimentos 1 e 2. No ato do transplântio, as mudas foram inoculadas com 5.000 ovos e juvenis de segundo estágio de cada espécie de nematoide, separadamente. Considerou-se uma planta por vaso como uma repetição. A avaliação dos genótipos, em ambos os experimentos, ocorreu aos 90 dias após a inoculação. Avaliaram-se o número total de ovos e juvenis de segundo estágio (NTOJ), o número de ovos e juvenis de segundo estágio por grama de raiz (NOJGR), o índice de reprodução (IR) e o fator de reprodução (FR). Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando identificadas diferenças significativas pelo teste F, foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Os genótipos de *C. annuum* CNPH 146, CNPH 185, CNPH 187, CNPH 698, CNPH 671, CNPH 672, CNPH 680, CNPH 717 e CNPH 718 foram classificados como resistentes e muito resistentes pelo fator de reprodução e índice de reprodução, respectivamente, a *M. incognita* raça 3 e *M. javanica*; no entanto, estes e os demais genótipos foram suscetíveis a *M. enterolobii*, pelo FR. Os acessos CNPH 47, CNPH 640, CNPH 677, CNPH 684, CNPH 690 e CNPH 693 foram classificados como ligeiramente resistentes a *M. enterolobii*, pelo IR. Utilizando o fator de reprodução como metodologia de seleção, não houve genótipos de *C. annuum* com resistência múltipla a *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*.

PALAVRAS-CHAVE: acessos de pimentas e pimentões, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne enterolobii*, resistência.

REACTION OF *Capsicum annuum* GENOTYPES TO ROOT-KNOT NEMATODES

Abstract - The sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) presents great socioeconomic importance, being among the ten vegetables most consumed in Brazil. The cultivation of this crop in protected environment has increased significantly over the years. However, the intensive cultivation in this system has caused an increase in the incidence of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). One way to manage these phytoparasites in the crop is the use of cultivars or rootstocks with resistance to the main species. The objective of the present work was to evaluate the reaction of *Capsicum annuum* genotypes for multiple resistance to *Meloidogyne incognita* race 3, *Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne enterolobii*. For reasons of logistics, the work was carried out in three experiments using a completely randomized design; the first one in a factorial scheme 31 x 3 (27 genotypes of *C. annuum*, the cultivars of pepper BRS Moema and BRS Mari, a line of *C. frutescens* and the tomato 'Santa Cruz Kada') and three nematode species (*M. incognita* race 3, *M. javanica* and *M. enterolobii*); the second in a 39 x 3 factorial scheme (36 accessions of *C. annuum*, the two pepper cultivars used in the first experiment and the tomato 'Santa Cruz Kada') and the three nematode species mentioned above; and the third experiment in factorial 27 x 3, being 24 genotypes of *C. annuum*, the cultivars of pepper BRS Moema and of sweet pepper Ikeda, the tomato 'Santa Cruz Kada' and the three species of nematodes used in experiments 1 and 2. After the transplanting, the seedlings were inoculated with 5000 eggs and second-stage juveniles of each nematode species separately. One plant per pot was considered as a repetition. The evaluation of genotypes in both experiments occurred at 90 days after inoculation. The total number of eggs and second-stage juveniles (NTOJ), number of eggs and second-stage juveniles per gram of root (NOJGR), reproduction index (IR) and reproduction factor (RF) were evaluated. Data were submitted to analysis of variance, and when significant differences were identified by the F test, were grouped by the Scott-Knott test at 5% probability. The genotypes of *C. annuum* CNPH 146, CNPH 185, CNPH 187, CNPH 698, CNPH 671, CNPH 672, CNPH 680, CNPH 717 and CNPH 718 were classified as resistant and very resistant by the reproduction factor and reproduction index, respectively, to *M. incognita* race 3 and *M. javanica*, however, these and the other genotypes were susceptible to *M. enterolobii*, by RF. The accessions CNPH 47, CNPH 640, CNPH 677, CNPH 684, CNPH 690 and CNPH 693 were classified as slightly resistant to *M. enterolobii* by IR. Using the reproduction factor as a selection methodology, there were no *C. annuum* genotypes with multiple resistance to *M. incognita* race 3, *M. javanica* and *M. enterolobii*.

KEYWORDS: accessions of hot and sweet peppers, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne enterolobii*, resistance.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) vem ganhando importância no mercado nacional, em virtude da crescente demanda no segmento de hortaliças frescas, condimentos, temperos e conservas. Dentre as espécies de *Capsicum* domesticadas, o pimentão (*Capsicum annuum* L.) destaca-se pelo elevado rendimento produtivo e pelo valor econômico (MOREIRA et al., 2006; PIMENTA et al., 2016), com área de produção nacional estimada em 12.000 hectares (MOURA et al., 2012). No País, as principais regiões produtoras são o Sudeste e o Centro-Oeste, com destaque para São Paulo, que produziu, na safra de 2015, 81,92 mil toneladas em 2,36 mil hectares (IEA, 2016).

Com o aumento do consumo de pimentão, seu cultivo passou a ser predominantemente realizado em ambiente protegido, devido à elevação da produtividade e da qualidade dos frutos, além da regularização da oferta do produto ao longo do ano (PINHEIRO et al., 2014). No entanto, cultivos sucessivos no mesmo ambiente, juntamente com o manejo inadequado do solo e da cultura, têm acarretado o aumento de doenças radiculares, destacando-se a meloidoginose.

Os nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.) são fitoparasitas que têm ocasionado sérios danos no cultivo de pimentas e pimentões. Diversos estudos relatam a ação parasitária desses nematoides em *Capsicum* (CARNEIRO et al., 2006; PINHEIRO et al., 2012a; GONÇALVES et al., 2014; PINHEIRO et al., 2014; PINHEIRO et al., 2015).

São descritas mais de 95 espécies pertencentes ao gênero *Meloidogyne* (GHULE; SINGH; KHAN, 2014). Dentre estas, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) e *Meloidogyne javanica* (Treub) são as espécies de maior importância para o cultivo do pimentão (McSORLEY; THOMAS, 2003). Recentemente, a espécie *Meloidogyne enterolobii* (Syn. *M. mayaguensis*) (YANG; EISENBACK, 1983) tem ganhado importância, pois fontes de resistência contra as principais

espécies de *Meloidogyne*, não são resistentes à espécie referida anteriormente (CARNEIRO et al., 2006; PINHEIRO et al., 2013).

Pinheiro et al. (2015) relatam que *M. enterolobii* se tornou uma ameaça ao cultivo de pimentas e pimentões em regiões tropicais e subtropicais, devido a sua capacidade de infectar plantas de *Capsicum* contendo genes da série *Me*, que conferem resistência às principais espécies de nematoides de galha, como *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla*. Gonçalves et al. (2014) verificaram a ineficiência do gene de resistência *Me7*, presente no genótipo de *C. annuum* CM 334, contra a ação de *M. enterolobii*.

Para minimizar as perdas decorrentes do ataque de nematoides, produtores têm adotado a técnica de enxertia, utilizando porta-enxerto resistente. Existem alguns híbridos comerciais disponíveis no mercado para porta-enxertos de pimentão, como 'Silver' e 'Snooker', ambos com resistência a *M. incognita* e *M. javanica* (PINHEIRO et al., 2014). No entanto, estes não apresentam resistência a *M. enterolobii*.

Na literatura, não existem relatos de cultivares de pimentão com resistência múltipla a *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*, e a busca por genótipos de *Capsicum* que apresentem, simultaneamente, resistência às espécies de *Meloidogyne*, é de fundamental importância para o desenvolvimento de programas de melhoramento, além da possibilidade de utilização como porta-enxertos em cultivo protegido. Desta forma, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a reação de genótipos de *C. annuum* quanto à resistência à *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*, utilizando duas metodologias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais do gênero *Capsicum*

As pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) têm como centro de origem as Américas, destacando-se as regiões tropicais e subtropicais (REIFSCHNEIDER, 2000). Moscone et al. (2007) relatam que o gênero *Capsicum* se originou na Bolívia Sul-Central, possuindo como ancestral comum a espécie *Capsicum chacoense*, que posteriormente se dispersou para os Andes e região Amazônica. Com a chegada dos navegadores portugueses e espanhóis ao continente americano, ocorreu a dispersão mundial de espécies nativas (ANDREWS, 1984; RIBEIRO, 2008). Atualmente, cultivam-se pimentas e pimentões em praticamente todo o mundo, dando destaque às regiões de clima tropical e temperado (HILL et al., 2013).

O gênero *Capsicum* é classificado como angiosperma, dicotyledonea, pertencendo à Divisão Spermatophyta, Ordem Solanales, Família Solanaceae, subfamília Solanoideae, tribo Solaneae (VINÁLS; ORTEGA; GARCIA, 1996; HUNZIKER, 2001). São relatadas 35 espécies, no entanto apenas cinco são domesticadas, apresentando importância comercial: *C. annuum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L. e *C. pubescens* Ruiz & Pav, e as demais são semidomesticadas ou silvestres (HEISER JUNIOR, 1995; RIBEIRO, 2008; MONTEIRO et al., 2010; CARRIZO et al., 2013).

A maioria das espécies é diploide, algumas possuem $2n=2x=24$ cromossomos, enquanto grande parte das espécies silvestres possuem $2n=2x=26$ (POZZOBON; WITTMAN; BIANCHETTI, 2006; MOSCONE et al., 2007). Estudos citogenéticos têm permitido examinar as diferenças cariotípicas entre genótipos, com o objetivo de elucidar a relação entre espécies cultivadas e silvestres de *Capsicum* (RIBEIRO; REIFSCHNEIDER, 2008).

As espécies domesticadas são autógamas, podendo ocorrer pequenas taxas de alogamia (RIBEIRO; REIFSCHNEIDER, 2008). Geralmente, são cultivadas como anuais; no entanto, existem plantas bianuais e perenes

(BOSLAND, 1996). O caule é semilenhoso e é arbustivo, podendo ultrapassar um metro de altura. Apresentam grande variabilidade quanto a formato, tamanho, cor e posição de frutos e flores (FILGUEIRA, 2008; LIM, 2013).

A principal característica das pimentas é a presença de pungência ou ardência nos frutos. Esta pungência é atribuída a alcaloides, mais especificamente aos capsaicinoides, dentre os quais se destacam a capsaicina e a di-hidrocapsaicina (CARVALHO et al., 2003; NWOKEM et al., 2010). A capsaicina é considerada o componente mais abundante e picante em frutos de pimenta. Estes alcaloides acumulam-se na placenta, ou seja, na parte do fruto onde as sementes se inserem, e são liberados após os frutos sofrerem algum dano físico (LOPES, 2008).

Os frutos de pimenta são amplamente utilizados na culinária mundial como condimentos, corantes ou hortaliça fresca. Os tipos picantes são consumidos *in natura* ou na forma de embutidos, frutos secos, pápricas ou em flocos. As pimentas doces, sem pungência, são utilizadas como hortaliça fresca, principalmente em saladas, ou no preparo de conservas (VINÃLS; ORTEGA; GARCIA, 1996).

2.1.1 Importância econômica e nutricional

As pimentas e pimentões são cultivados em todo o mundo, com forte expressão nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (BUTTOW et al., 2010), e pelo uso como plantas ornamentais. Atualmente, poucas espécies têm uso tão universal como as pimentas do gênero *Capsicum* (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015).

De acordo com dados da FAO (2013), a área ocupada por pimentas é de 3,9 milhões de hectares em todo o mundo, com produção estimada em 34,6 milhões de toneladas em 2013. Os maiores produtores são China, Índia, México, Indonésia, Coreia, Nigéria, Gana e Turquia (AKBAR et al., 2010).

No Brasil, há grande dificuldade de se obter dados estatísticos confiáveis sobre a área cultivada, a produção e o consumo de pimentas e pimentões, devido, entre outros motivos, o setor ser disperso e desorganizado. As pimentas picantes são cultivadas em todos os estados da federação,

principalmente em Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Ceará, Bahia e Rio Grande do Sul, totalizando área estimada de 5 mil hectares e produção de 75 mil toneladas (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015).

O mercado de pimentas no Brasil, por muito tempo, foi considerado secundário em relação a outras hortaliças, devido ao baixo consumo e ao pequeno volume comercializado. Atualmente, este cenário vem modificando-se rapidamente pela exploração de novos tipos de pimenta, sejam elas doces ou altamente picantes, e pelo desenvolvimento de novos produtos, com grande valor agregado (HENZ; RIBEIRO, 2008).

A cadeia produtiva de pimenta destaca-se na comercialização de frutos *in natura*, em pequenas quantidades no atacado e no varejo (DOMENICO, 2011). No entanto, o segmento de processados e industrializados vem ganhando forte expressão no cenário econômico, com grande potencial de exportação. Henz e Ribeiro (2008) ressaltam que parte da produção brasileira é exportada de diferentes formas, como páprica, pasta de tabasco, calabresa desidratada e conservas ornamentais.

Quanto à importância nutricional, os frutos de *Capsicum* são fontes de vitaminas A, B₁ e B₂, quando consumidas *in natura* (VINÁLS; ORTEGA; GARCIA, 1996). São ricos, também, em três importantes antioxidantes naturais: a vitamina C, os carotenoides e a vitamina E (NEITZKE, 2012; WAHYUNI et al., 2013). Estes componentes, quando em proporções adequadas na dieta, podem reduzir o risco de desenvolvimento de câncer e outras doenças crônico-degenerativas, assim como assegurar a manutenção das funções vitais do organismo humano (LUTZ; FREITAS, 2008).

2.1.2 *Capsicum annuum*

A espécie *C. annuum* é considerada a mais cultivada e de maior variabilidade dentro do gênero *Capsicum* (CASALI; COUTO, 1984; CARVALHO; BIANCHETTI, 2008). Engloba as principais variedades conhecidas e cultivadas no mundo (REIFSCHNEIDER, 2000). Esta espécie é representada por pimentões, pimentas para páprica e pimentas como jalapeño,

cayena, serrano, cereja, entre outras, além de variedades ornamentais (BÜTTOW, 2010).

O centro primário de diversidade da espécie está localizado no México e na América Central. No Brasil, a espécie é muito difundida e pode ser encontrada atualmente em qualquer região (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008).

Ao contrário do que indica o nome *annuum* (que significa anual), as plantas são perenes. As flores assemelham-se entre si, no entanto os frutos apresentam grande divergência em relação ao tamanho, à forma e às cores (REIFSCHNEIDER, 2000).

Dentre os tipos varietais de *C. annum*, o pimentão (*C. annum* var. *annuum*) destaca-se como sendo o de maior importância econômica no Brasil, com área cultivada, anualmente, estimada em 12.000 hectares (MOURA et al., 2012). A cultura é encontrada em todos os estados da federação, concentrando-se nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. Em São Paulo, no ano de 2015, conforme dados do Instituto de Economia Agrícola (2016), a área cultivada foi de 2,36 mil hectares, alcançando produção de 81,92 mil toneladas, com produtividade média de 34,65 toneladas por hectare.

No maior centro de distribuição e comercialização de Hortifrutigranjeiros do Brasil, a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), em 2014, o volume comercializado de pimentão foi estimado em 49,5 mil toneladas, registrando média mensal de preço de R\$ 2,17 por kg do fruto verde, comprovando o grande volume e o valor comercial (AGRIANUAL, 2016).

Em levantamento feito pela Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM), tendo 2012 como ano-base, a cultura do pimentão movimentou 567,0 milhões de R\$ para o produtor, 1.132,1 milhão de R\$ para o atacado e 2.012,3 milhões de R\$ para o varejo (ABCSEM, 2014).

Seus frutos são comercializados, principalmente, na coloração verde e vermelha, apesar de serem também produzidos frutos de cor amarela, marfim, laranja e arroxeadas (ROCHA et al., 2006; FILGUEIRA, 2008). Apresentam excelente fonte de nutrientes bioativos, como provitaminas A, compostos

fenólicos e potássio, que definem a qualidade nutricional e a capacidade antioxidante (BRAMLEY, 2000).

É uma cultura que propicia um rápido retorno dos investimentos, devido ao curto período para início de produção e alto valor agregado ao produto; por isso, é amplamente explorada por pequenos e médios produtores (MARCUSI; VILLAS BÔAS, 2003).

O cultivo é realizado, frequentemente, em ambiente protegido, devido, principalmente, à minimização dos efeitos ambientais, melhorando, conseqüentemente, o desenvolvimento dos cultivos e a regularização da oferta do produto ao longo do ano; permite, ainda, o uso racional da água e de nutrientes, possibilitando maior retorno financeiro (PINHEIRO et al., 2014). No entanto, o cultivo sucessivo no mesmo ambiente, juntamente com o manejo inadequado do solo e da cultura tem acarretado o aumento de várias doenças, destacando-se a *Phytophthora capsici*, algumas viroses como PVY e PepYMV, e principalmente as doenças causadas por nematoides de galha (FREIRE; FREIRE, 1978).

2.2 Nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.)

Os nematoides de galha (*Meloidogyne* Goeldi 1887) são endoparasitas obrigatórios de plantas e distribuem-se mundialmente com ampla gama de hospedeiros, incluindo a maioria das hortaliças (PINHEIRO et al., 2013b). Estes fitoparasitas são altamente adaptados e induzem a modificação de células da raiz para sua alimentação e reprodução. A formação das células gigantes dá origem às galhas, sintomas característicos do gênero (CARNEIRO, 2014). Além de provocarem alterações nas raízes, reduzem a absorção e a translocação de água e de nutrientes, podendo inviabilizar o cultivo (PINHEIRO; PEREIRA, 2012).

São descritas mais de 95 espécies pertencentes ao gênero *Meloidogyne* (GHULE; SINGH; KHAN, 2014), dentre as quais, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* (Neal) Chitwood e *M. hapla* Chitwood apresentam maior importância econômica no cultivo de hortaliças. Os sintomas marcantes de infecções

causados por esses fitoparasitas incluem nanismo, murcha, clorose, além de deficiência nutricional, tamanho reduzido de frutos e, consequentemente, baixo rendimento da cultura (LOPES; AVILA, 2003; PINHEIRO; PEREIRA, 2012).

Em pimentas e pimentões, as espécies de maior importância são *M. javanica* e *M. incognita* (McSORLEY; THOMAS, 2003). Recentemente, uma nova espécie, *Meloidogyne enterolobii* (Syn. *M. mayaguensis*), tem ganhado importância, pois fontes de resistência efetivas contra outros nematoides têm-se mostrado ineficazes em seu controle (CARNEIRO et al., 2006).

A espécie *M. enterolobii* foi relatada inicialmente por Yang e Eisenback (1983) infectando raízes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Posteriormente, a espécie foi descrita por Rammah e Hirschmann (1988) como sendo *Meloidogyne mayaguensis* a partir de raízes de berinjela (*Solanum melongena* L.). No entanto, em 2009, verificou-se que *M. mayaguensis* é, na verdade, uma forma jovem de *M. enterolobii*, sendo essas duas espécies sinonímias, prevalecendo, assim, a segunda nomeação (KARSSSEN et al., 2012).

No Brasil, *M. enterolobii* foi detectado pela primeira vez em Petrolina-PE, Curaçá e Maniçoba-BA, causando severos danos ao cultivo de goiabeira (CARNEIRO; ALMEIDA, 2001). Em hortaliças, a espécie foi identificada inicialmente no Estado de São Paulo, parasitando o porta-enxerto 'Silver' e os tomateiros 'Andreia' e 'Débora', sendo estes resistentes a *M. javanica* e *M. incognita*, acarretando perdas nessas culturas, nos municípios de Pirajuí, Santa Cruz do Rio Pardo, Reginópolis e Campos Novos Paulista (CARNEIRO et al., 2006).

Além dos danos diretos causados pelos nematoides de galha, as raízes danificadas por esses fitoparasitas podem ser invadidas por fungos e bactérias, potencializando os danos à cultura (PINHEIRO et al., 2012a; MOTA et al., 2013).

2.2.1 Biologia

O ciclo de vida dos nematoides de galha inicia-se com a formação de ovos, e durante o ciclo completo, estes organismos passam por quatro estádios juvenis antes de se tornarem adultos (PINHEIRO et al., 2012a). Os ovos são depositados pelas fêmeas que estão completa ou parcialmente dentro da raiz da planta. Estes são depositados em uma matriz gelatinosa, denominada de massa de ovos, contendo, aproximadamente, 400 a 500 ovos, podendo ultrapassar este número, dependendo das condições climáticas, do tipo de solo e da cultivar presente (PINHEIRO et al., 2012b). Dentro do ovo há a formação do primeiro juvenil (J₁) (MITKOWSKI; ABAWI, 2003).

O estágio J₁ permanece dentro do ovo, onde sofre ecdise ou troca de cutícula, e transforma-se em juvenil de segundo estágio (J₂). O nematoide em J₂ é móvel e é o único estágio que pode iniciar infecções. Os J₂s atacam as raízes em crescimento na região da coifa e movem-se para a área de alongamento celular, onde iniciam o sítio de alimentação após a injeção de secreções da glândula esofagiana nas células das raízes (MITKOWSKI; ABAWI, 2003).

Nas raízes, os juvenis passam por mais duas ecdises (J₃ e J₄) (EISENBACK; TRIANTAPHYLLOU, 1991). Os machos adultos liberam-se das raízes e movimentam-se livremente no solo. As fêmeas permanecem nas raízes, tornam-se sedentárias e iniciam a formação de células gigantes multinucleadas, das quais irão alimentar-se (PINHEIRO et al., 2013b). Assim, inicia-se um processo de resposta da planta devido à penetração do juvenil, havendo a intensa multiplicação das células das raízes parasitadas em número e, ao mesmo tempo, em tamanho, formando assim as galhas (PINHEIRO et al., 2012b).

O ciclo de *Meloidogyne* spp., de ovo a ovo, leva de três a quatro semanas no verão, podendo ser estendido, no inverno, até sete semanas, dependendo da temperatura do solo (PINHEIRO et al., 2012a).

2.2.2 Controle de *Meloidogyne* em cultivo de pimentas e pimentões

O sucesso no manejo de nematoides de galha requer a adoção de medidas combinadas, empregando diferentes técnicas a fim de se obter maior êxito no controle (SIKORA; FERNÁNDEZ, 2005; SOARES, 2006).

Dentre as medidas comumente utilizadas no controle destes fitoparasitas, destacam-se o manejo preventivo, cultural, químico, biológico e a resistência genética (MITKOWSKI; ABAWI, 2003; PINHEIRO; PEREIRA, 2012).

2.2.2.1 Controle preventivo

A melhor medida para se prevenir a ação de nematoides do gênero *Meloidogyne* em cultivo de *Capsicum* é evitando a entrada do organismo na área ou mantendo-o em níveis populacionais abaixo do nível de dano econômico (PINHEIRO; PEREIRA, 2012). Desta forma, o uso de mudas livres de nematoides, a escolha da área que não tenha histórico de contaminação, a limpeza de equipamentos logo após o uso ou antes da entrada na área de cultivo, a água de irrigação de boa qualidade e evitar a ocorrência de enxurradas de água de chuva no solo com a construção de curvas de nível são consideradas estratégias de manejo mais eficientes para evitar a entrada de fitonematoides em áreas não contaminadas (MITKOWSKI; ABAWI, 2003; PINHEIRO et al., 2012a; PINHEIRO et al., 2013b).

2.2.2.2 Controle cultural

O uso de métodos culturais no controle de nematoides é uma estratégia ambientalmente sustentável e potencialmente bem sucedida para limitar os danos causados pelos nematoides de galha (MITKOWSKI; ABAWI, 2003). Medidas de controle utilizando alqueive, rotação de culturas com espécies não hospedeiras, eliminação de tigueras e plantas daninhas hospedeiras, e o uso de adubos verdes com plantas de efeito antagônico ao nematoide podem

contribuir para a diminuição das populações destes organismos, favorecendo o desenvolvimento das plantas e a produtividade das culturas (COSTA; FERRAZ, 1990; DIAS et al., 1999; PINHEIRO; PEREIRA, 2012; MOREIRA et al., 2015).

2.2.2.3 Controle químico

O controle químico de nematoides de galha requer aplicações de elevadas quantidades de nematicidas com equipamentos especializados. Nematicidas fumigantes, como o brometo de metila, foram, até certo período, comumente aplicados como tratamento pré-plantio para reduzir nematoides em áreas infestadas (MITKOWSKI; ABAWI, 2003). No entanto, o uso de brometo de metila foi proibido no Brasil em janeiro de 2007 através da Instrução Normativa nº 1, de 10 de setembro de 2002 (BRASIL, 2006).

Com a retirada do brometo de metila do mercado de produtos fitossanitários, tem-se intensificado a busca por alternativas que possam ser usadas pelos agricultores. Porém, no Brasil, ainda não há nematicidas químicos registrados para a cultura da pimenta e do pimentão junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (AGROFIT, 2016).

2.2.2.4 Controle biológico

Medidas de controle utilizando organismos antagonistas têm sido amplamente pesquisadas. De acordo com Soares (2006), estima-se que mais de 200 diferentes organismos são considerados inimigos naturais dos fitonematoides. Dentre estes, bactérias, fungos, nematoides predadores e ácaros, têm sido encontrados predando ou parasitando nematoides (POINAR; JAHNSSON, 1988; SIDDIQUI; MAHMOOD, 1996; SOARES, 2006).

Atualmente, encontra-se registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento o nematicida microbiológico 'Nemat', formulado a partir do fungo *Paecilomyces lilacinus*, para o controle de *Meloidogyne incognita* (AGROFIT, 2016). No entanto, não há estudos relatando a eficiência deste produto na cultura do pimentão.

2.2.2.5 Controle genético

O controle genético constitui a maneira mais sustentável de manejar nematoides de galha, pois não oferece risco à saúde humana, tem custo relativamente baixo e não polui o ambiente (PINHEIRO; PEREIRA, 2012; HUSSAIN; MUKHTAR; KAYANI, 2014; LIU et al., 2015). López-Pérez et al. (2006) ressaltam que o uso de resistência genética é uma alternativa atrativa pelo fato de não demandar grandes adaptações nos procedimentos produtivos da propriedade.

2.2.3 Mecanismos e fontes de resistência a *Meloidogyne* spp. em *Capsicum*

Os mecanismos envolvidos na resistência das plantas aos nematoides de galha são variados, envolvendo períodos estabelecidos antes, durante e após a penetração nas raízes (LIBANO, 2005). Estes mecanismos estão associados a barreiras mecânicas, fisiológicas ou bioquímicas desenvolvidas pela planta, que impedem o contato ou a invasão dos nematoides e que resultam em alterações morfológicas e fisiológicas como resposta à infecção (SILVA; FERRAZ; SANTOS, 1989). Pegard et al. (2005) relatam que a resistência pode estar associada à presença de compostos fenólicos e ácidos clorogênicos, que inibem a penetração dos nematoides nas raízes.

O primeiro trabalho relacionado à resistência de *C. annuum* a nematoides de galha foi realizado por Hare (1957), que descreveu o primeiro gene de resistência, denominado *N*. Este gene confere alta resistência a *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, raças 1 e 2 (THIES; FERY, 1998).

Hendy, Pochard e Dalmaso (1983) identificaram os acessos PM-217 e PM-637 como sendo importantes fontes de resistência às principais espécies de *Meloidogyne*. Ao estudarem a herança de resistência destes acessos, em cruzamento com a cultivar Yolo Wonder, Hendy, Pochard e Dalmaso (1985) verificaram que o acesso PM-217 possui três diferentes genes para reação a

nematoides: os genes *Me1*, *Me2* e *Mech1*. O gene *Me1* confere resistência a *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*; o *Me2* a *M. javanica*, e o *Mech1* resistência a *M. chitwoodi*. Em PM-637, foram encontrados dois genes: o *Me3*, que confere resistência a *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, e o gene *Me4*, que promove resistência a *M. arenaria*.

No Brasil, o primeiro estudo de resistência de *Capsicum* a nematoides do gênero *Meloidogyne* foi realizado por Maluf et al. (1989). Os autores avaliaram oito genótipos de pimentão para resistência a *M. incognita*, raças 1 e 4, verificando que apenas as introduções PM-217 e PM-637 foram resistentes.

Peixoto, Maluf e Campos (1999) avaliaram híbridos de pimentão, juntamente com seus respectivos progenitores e cultivares, quanto à resistência a *M. javanica* e *M. incognita*, raças 1, 2, 3 e 4, e observaram que todos os híbridos F₁, as cultivares e os acessos progenitores foram resistentes a *M. javanica*, e a maioria dos híbridos foi resistente a todas as raças de *M. incognita*.

Atualmente, encontram-se disponíveis dois híbridos de pimentão utilizados como porta-enxertos, denominados Silver (Sakata) e Snooker (Syngenta), ambos com resistência a *M. incognita* e *M. javanica*. No entanto, estes não apresentam resistência a *M. enterolobii* (PINHEIRO et al., 2014).

O único trabalho relativo à resistência múltipla de *Capsicum* spp. às principais espécies de *Meloidogyne*, até então, foi desenvolvido por Oliveira (2007), que observou, em estudo com 72 genótipos de pimenta e dez cultivares de pimentão, que apenas um genótipo de *C. frutescens*, resistente simultaneamente a *M. incognita* e a *M. javanica*, apresentava resistência a *M. enterolobii*. Todavia, esse genótipo foi o único que se mostrou incompatível para enxertia com pimentão, sendo as plantas enxertadas nesse genótipo as de menor altura, produtividade e qualidade de frutos.

No Brasil, até o presente, não existem genótipos de pimentas e pimentões com resistência múltipla aos nematoides de galha, e a busca por fontes de resistência é de fundamental importância para o desenvolvimento de porta-enxertos para o cultivo de pimentão, em ambiente protegido.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de condução

As avaliações foram conduzidas no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, em casa de vegetação e no Laboratório de Nematologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP-FCAV), Câmpus de Jaboticabal, localizado a 21°14'05" sul e a 48°17'09" oeste, com altitude de 614 metros. O clima, segundo classificação de Koppen, é do tipo Aw.

3.2 Genótipos avaliados

Foram avaliados 85 genótipos de *Capsicum annuum*, duas cultivares comerciais de pimenta (BRS Moema e BRS Mari), uma cultivar de pimentão (Ikeda) e uma linhagem de pimenta-malagueta (*C. frutescens*) quanto à resistência a *M. incognita*, raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*.

Com relação aos genótipos de *C. annuum*, estes são provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Hortaliças. Os genótipos foram disponibilizados para o estudo perante parceria técnica entre a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista (UNESP-FCAV), e a Embrapa Hortaliças, por meio de Acordo de Transferência de Materiais (ATM).

Os acessos de *C. annuum* fazem parte da coleção de pimentas e pimentões da Embrapa Hortaliças, sendo estes oriundos de coletas e/ou de parcerias com instituições nacionais e internacionais. Na Tabela 1, está descrita a relação dos genótipos utilizados, bem como a origem/procedência e as principais características morfológicas.

Tabela 1. Procedência e principais características de 85 genótipos de *Capsicum annuum* provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças.

Nº	Genótipos	Procedência	Cor de fruto	Formato do fruto
1	CNPH 29	FAO*	vermelho escuro	alongado
2	CNPH 30	Espanha	vermelho escuro	retangular
3	CNPH 31	FAO	vermelho escuro	alongado
4	CNPH 32	Japão	vermelho escuro	retangular
5	CNPH 33	EUA	vermelho	triangular
6	CNPH 40	Japão	vermelho	alongado
7	CNPH 42	Japão	vermelho escuro	alongado
8	CNPH 43	Japão	vermelho escuro	alongado
9	CNPH 44	Japão	vermelho	alongado
10	CNPH 45	Japão	vermelho	alongado
11	CNPH 47	EUA	vermelho escuro	triangular
12	CNPH 48	EUA	Vermelho	alongado
13	CNPH 64	EUA	Vermelho	alongado
14	CNPH 66	Brasil	Vermelho	triangular
15	CNPH 67	Brasil	vermelho escuro	retangular
16	CNPH 68	Brasil	vermelho escuro	triangular
17	CNPH 69	Brasil	vermelho escuro	triangular
18	CNPH 144	Malásia	vermelho escuro	alongado
19	CNPH 145	Malásia	vermelho escuro	alongado
20	CNPH 147	França	vermelho escuro	retangular
21	CNPH 149	México	vermelho	triangular
22	CNPH 150	Argentina	vermelho	retangular
23	CNPH 183	Guatemala	amarelo/laranja	retangular
24	CNPH 184	Índia	vermelho escuro	retangular
25	CNPH 185	México	vermelho escuro	alongado
26	CNPH 186	México	vermelho escuro	triangular
27	CNPH 187	México	vermelho escuro	triangular
28	CNPH 188	Índia	vermelho escuro	retangular
29	CNPH 190	Índia	vermelho escuro	retangular
30	CNPH 191	Brasil	vermelho	triangular
31	CNPH 198	Argentina	vermelho escuro	retangular
32	CNPH 199	Argentina	vermelho	retangular
33	CNPH 191	Brasil	vermelho	triangular
34	CNPH 194	Espanha	vermelho	triangular
35	CNPH 199	Argentina	vermelho	retangular
36	CNPH 291	EUA	amarelo/laranja	retangular
37	CNPH 292	EUA	vermelho escuro	retangular
38	CNPH 296	EUA	vermelho	retangular
39	CNPH 297	EUA	vermelho	retangular
40	CNPH 432	Ilhas Figi	vermelho escuro	alongado
41	CNPH 433	Taiwan	vermelho	retangular
42	CNPH 580	Holanda	vermelho	retangular
43	CNPH 581	Holanda	vermelho	retangular

Tabela 1. Continuação...

Nº	Genótipos	Procedência	Cor de fruto	Formato do fruto
44	CNPH 582	Holanda	vermelho	retangular
45	CNPH 583	Holanda	vermelho	retangular
46	CNPH 593	Holanda	vermelho	retangular
47	CNPH 602	EUA	vermelho escuro	triangular
48	CNPH 640	Hungria	vermelho	triangular
49	CNPH 641	Hungria	vermelho escuro	tipo pitanga
50	CNPH 644	Hungria	vermelho escuro	arredonda
51	CNPH 646	Hungria	vermelho escuro	alongado
52	CNPH 677	Irã	vermelho escuro	triangular
53	CNPH 680	EUA	vermelho escuro	triangular
54	CNPH 682	Índia	vermelho escuro	alongado
55	CNPH 683	Índia	vermelho escuro	triangular
56	CNPH 684	Espanha	vermelho	triangular
57	CNPH 687	Turquia	vermelho escuro	triangular
58	CNPH 688	Turquia	vermelho	triangular
59	CNPH 690	Turquia	vermelho escuro	triangular
60	CNPH 691	Turquia	vermelho	alongado
61	CNPH 692	Turquia	vermelho escuro	triangular
62	CNPH 693	Turquia	vermelho escuro	triangular
63	CNPH 694	Turquia	vermelho	triangular
64	CNPH 696	Turquia	vermelho	alongado
65	CNPH 697	Síria	vermelho escuro	retangular
66	CNPH 698	Turquia	vermelho escuro	triangular
67	CNPH 701	Índia	vermelho	alongado
68	CNPH 702	Índia	vermelho	alongado
69	CNPH 703	Índia	vermelho escuro	alongado
70	CNPH 705	Guatemala	vermelho escuro	alongado
71	CNPH 707	Etiópia	vermelho	triangular
72	CNPH 708	Argentina	vermelho escuro	retangular
73	CNPH 709	México	vermelho escuro	retangular
74	CNPH 712	Espanha	vermelho escuro	retangular
75	CNPH 714	Espanha	vermelho escuro	retangular
76	CNPH 717	Índia	vermelho claro	alongado
77	CNPH 718	Ceilão	vermelho escuro	alongado
78	CNPH 719	EUA	vermelho escuro	alongado
79	CNPH 723	México	vermelho escuro	triangular
80	CNPH 726	El Salvador	vermelho escuro	triangular
81	CNPH 727	México	vermelho escuro	alongado
82	CNPH 728	México	vermelho escuro	triangular
83	CNPH 729	Espanha	vermelho escuro	triangular
84	CNPH 730	Bulgária	vermelho escuro	triangular
85	CNPH 731	Embrapa Hortaliças	vermelho escuro	triangular

*FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

3.3 Delineamento experimental

Por motivo de logística, o trabalho foi dividido em três experimentos, conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições e parcelas compostas por uma planta.

O primeiro experimento foi disposto em esquema fatorial 31 x 3, sendo 27 genótipos de *C. annuum*, duas cultivares de pimenta (BRS Moema e BRS Mari), uma linhagem de pimenta-malagueta (*C. frutescens*), a cultivar de tomateiro Santa Cruz Kada, utilizada como padrão de suscetibilidade ao gênero *Meloidogyne* spp., e três espécies de nematoides de galha (*M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*). O segundo experimento foi conduzido em esquema fatorial 39 x 3, com 31 genótipos de *C. annuum*, duas cultivares de pimenta (BRS Moema e BRS Mari), o tomateiro ‘Santa Cruz Kada’ e as três espécies de nematoides de galha mencionadas no experimento anterior. No terceiro experimento, utilizou-se o esquema fatorial 27 x 3, com 24 genótipos de *C. annuum*, a cultivar de pimenta BRS Moema e a cultivar de pimentão Ikeda, e como padrão de suscetibilidade o tomateiro ‘Santa Cruz Kada’ e as três espécies de nematoides de galha utilizadas nos experimentos anteriores.

3.4 Obtenção, identificação e multiplicação das espécies de *Meloidogyne* spp.

As subpopulações de *M. incognita*, raça 3 e *M. javanica*, foram obtidas de raízes de tomateiro ‘Santa Cruz Kada’, pertencentes à coleção de nematoides do Laboratório de Nematologia, do Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP-FCAV), Câmpus de Jaboticabal, e a subpopulação de *M. enterolobii* foi obtida de raízes infestadas de plantas de goiabeira, coletadas em lavoura comercial, no município de Taquaritinga-SP.

No Laboratório de Nematologia da UNESP-FCAV, foram feitas as identificações das espécies de nematoides presentes nas raízes das plantas hospedeiras. Para a confirmação da identidade, ao microscópio fotônico,

utilizaram-se os caracteres morfológicos do padrão perineal (TAYLOR; NETSCHER, 1974), a morfologia da região labial dos machos (EISENBACK et al., 1981) e o fenótipo isoenzimático para esterase (ESBENSHADE; TRIANTAPHYLLOU, 1990) com sistema de eletroforese vertical Mini Protean II da BIO-RAD. Para *M. enterolobii*, utilizou-se a descrição original da espécie, conforme Yang e Eisenback (1983). Confirmada a identidade das subpopulações de cada espécie, elas foram inoculadas, separadamente, em plântulas de tomateiro ‘Santa Cruz Kada’ e mantidas em vasos plásticos, contendo mistura de terra, areia e esterco, na proporção 1:3:1, previamente autoclavada (120°C, 1 atm, 1 hora), sob casa de vegetação, para a produção e a manutenção do inóculo. Após 90 dias da inoculação, prepararam-se os inóculos conforme a metodologia de extração de Hussey e Barker (1973).

3.5 Produção de mudas e transplante

As mudas dos genótipos de *C. annuum* e das cultivares BRS Mari, BRS Moema e Ikeda, linhagem de *C. frutescens* e tomateiro ‘Santa Cruz Kada’ foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células contendo substrato comercial Bioplant®, à base de fibra de coco, em casa de vegetação equipada com sistema de irrigação por aspersão. Foram semeadas duas sementes por célula e, entre 4 e 5 dias após a emergência, realizou-se o desbaste para obter-se uma muda de qualidade por célula.

Para a condução do trabalho e de posteriores avaliações de resistência, a semeadura dos genótipos foi realizada em três datas (Tabela 2).

Tabela 2. Datas de semeadura e relação dos genótipos de *Capsicum* utilizados nos três experimentos, para inoculação de *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*.

Datas	Genótipos
Experimento 1: 17-07-2015	CNPH 29; CNPH 30; CNPH 31; CNPH 32; CNPH 33; CNPH 40; CNPH 42; CNPH 43; CNPH 44; CNPH 45; CNPH 47; CNPH 48; CNPH 66; CNPH 67; CNPH 68; CNPH 69; CNPH 144; CNPH 147; CNPH 149; CNPH 150; CNPH 183; CNPH 184; CNPH 185; CNPH 186; CNPH 187; CNPH 188; CNPH 190, <i>C. frutescens</i> , BRS Moema, BRS Mari.
Experimento 2: 12-08-2015	CNPH 191; CNPH 198; CNPH 199; CNPH 191; CNPH 194; CNPH 199; CNPH 291; CNPH 292; CNPH 296; CNPH 297; CNPH 432; CNPH 433; CNPH 580; CNPH 581; CNPH 582; CNPH 583; CNPH 593; CNPH 602; CNPH 640; CNPH 641; CNPH 644; CNPH 646; CNPH 677; CNPH 680; CNPH 682; CNPH 683; CNPH 684; CNPH 687; CNPH 688; CNPH 690; CNPH 691; CNPH 692; CNPH 693, BRS Moema, BRS Mari.
Experimento 3: 04-09-2015	CNPH 146; CNPH 694; CNPH 696; CNPH 697; CNPH 698; CNPH 701; CNPH 702; CNPH 703; CNPH 705; CNPH 707; CNPH 708; CNPH 709; CNPH 712; CNPH 714; CNPH 717; CNPH 718; CNPH 719; CNPH 723; CNPH 726; CNPH 727; CNPH 728; CNPH 729; CNPH 730; CNPH 731; Ikeda, BRS Moema.

Devido à falha na germinação, as sementes da linhagem de *C. frutescens* foram avaliadas apenas no primeiro experimento.

A semeadura do tomateiro ‘Santa Cruz Kada’, em todos os experimentos, foi realizada após a emergência dos genótipos de *Capsicum*, devido apresentarem, em testes preliminares, velocidade de germinação, emergência e desenvolvimento superior aos genótipos de pimentas e pimentões.

O transplante das mudas ocorreu aos 40 dias após as semeaduras para vasos plásticos com capacidade de 2,0 L, contendo a mistura de terra, areia e

esterco bovino curtido, na proporção 1:3:1, previamente autoclavada (120°C, 1 atm, 1 hora).

3.6 Preparo das suspensões e inoculação das mudas com *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*

O preparo das suspensões de cada espécie de *Meloidogyne* foi realizado conforme metodologia descrita no subitem 3.4. Cada espécie de nematoide de galhas foi extraída individualmente de raízes de tomateiro suscetível, em que os nematoides foram multiplicados.

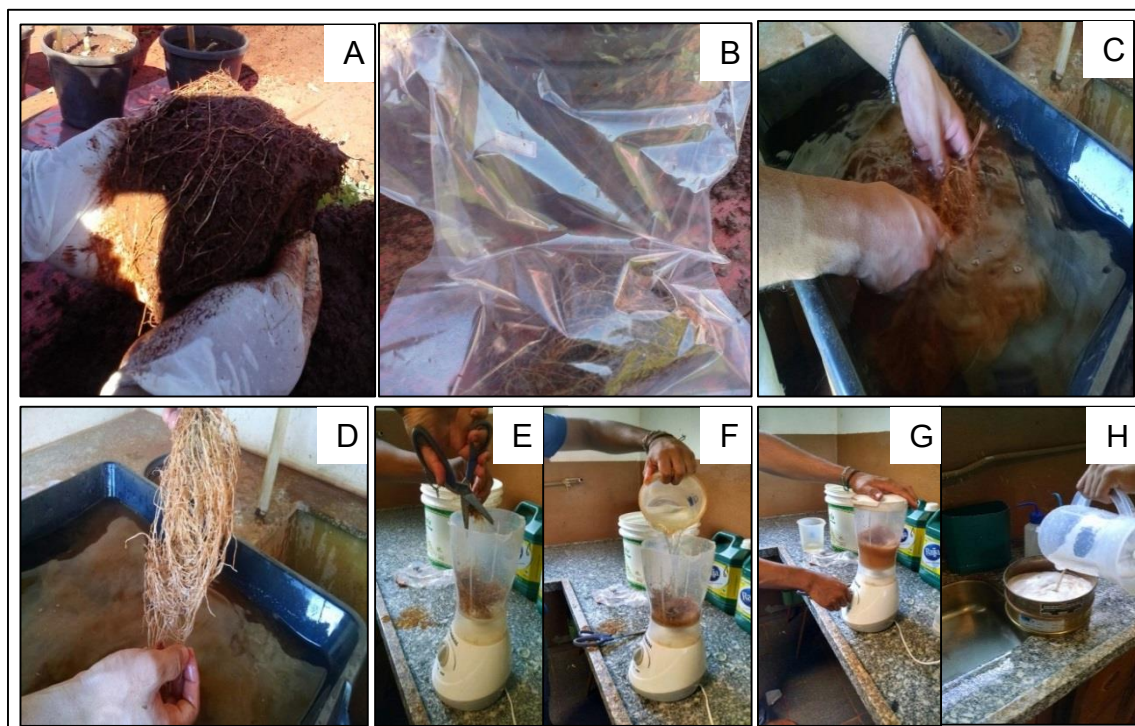
Em todos os experimentos, a inoculação de *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii* ocorreu cinco dias após o transplante das mudas de *Capsicum*, ou seja, no primeiro experimento, a inoculação ocorreu no dia 26-08-2015; no segundo experimento, no dia 30-09-2015, e no terceiro, no dia 19-10-2015.

Com auxílio de pipeta automática, realizou-se a inoculação de 5 mL da suspensão contendo 5.000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J₂), em cada vaso, em todos os experimentos, sobre as raízes das mudas para cada espécie do nematoide, separadamente, caracterizando a população inicial (P_i).

3.7 Avaliações das plantas inoculadas

Decorridos 90 dias da inoculação das espécies de nematoides em cada experimento, as plantas foram avaliadas, realizando-se a separação entre parte aérea e raízes. As raízes foram retiradas dos vasos e, em seguida, procedeu-se à limpeza das mesmas em água, para a retirada do excesso da mistura de cultivo. Logo após, as raízes foram pesadas em balança analítica digital.

No Laboratório de Nematologia, as raízes foram processadas para a extração de ovos e outros estádios de desenvolvimento de nematoide, de acordo com a técnica de Hussey e Barker (1973), conforme ilustrado na Figura 1.



Fotos: Guilherme Diniz (2015)

Figura 1. Extração de ovos e juvenis de segundo estágio (J₂) de nematoides de galha, d acordo com metodologia de Hussey e Barker (1973). A – raiz de *Capsicum annuum* retirada de vaso após 90 dias de inoculação. B – acondicionamento em embalagem plástica identificada. C e D – lavagem de raiz em água para a retirada do excesso da mistura de areia, terra e esterco. E – corte da raiz em pequenos pedaços. F - adição de hipoclorito de sódio na proporção de 3:1 (3 partes de água e 1 parte hipoclorito de sódio). G – processamento da raiz em liquidificador elétrico por 40 segundos. H – suspensão vertida em peneiras com orifício de 0,074 mm (200 mesh) sobre peneira de 0,025 mm (500 mesh).

Após extração, foi quantificado o número total de ovos e juvenis de segundo estágio (NTOJ) com auxílio de câmara de Peters ao microscópio fotônico. A partir deste procedimento, obteve-se a população final (P_f) dos nematoides nas raízes de *C. annuum*, *C. frutescens*, cultivares de pimenta e tomateiro.

As variáveis número total de ovos e J₂ (NTOJ), número de ovos e J₂ por grama de raízes (NOJGR), índice de reprodução (IR) e fator de reprodução (FR) foram utilizadas para verificar a resistência dos genótipos a *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*. O número de ovos e J₂ por grama de raízes foi determinado a partir da fórmula:

$$NOJGR = \frac{NTOJ}{\text{Peso de raízes}}$$

Baseando-se na relação entre a população final (P_f) e a população inicial (P_i), estimou-se o fator de reprodução (FR), para que os genótipos fossem classificados de acordo com Oostenbrink (1966), sendo plantas com $FR < 1$ consideradas resistentes ao nematoide, e com $FR \geq 1$ consideradas suscetíveis, conforme a fórmula:

$$FR = \frac{P_f}{P_i}$$

O valor do índice de reprodução (IR) foi calculado considerando o tomateiro 'Santa Cruz Kada' como padrão de suscetibilidade (100%) em relação à reprodução dos nematoides obtidos nos genótipos de *Capsicum*. Assim, utilizou-se a fórmula:

$$IR(\%) = \frac{PF(n)}{PF \text{ testemunha}}$$

Em que:

- PF (n) = população final do genótipo avaliado, e
- PF testemunha = população final da testemunha suscetível.

De acordo com o critério estabelecido por Taylor (1967), o grau de resistência foi classificado como suscetível (S) quando - IR foi maior do que 50% do valor obtido para o tomateiro 'Santa Cruz Kada'; ligeiramente resistente (LR) - IR com 26-50%; moderadamente resistente (MoR) - IR com 11-25%; muito resistente (MR) - IR com 1 a 10%; altamente resistente (AR) - IR com menos de 1%, e imune (I) - IR igual a 0.

3.8 Análises estatísticas

Os valores obtidos para as variáveis em estudo foram transformados para $\log(x+5)$, porém, nas tabelas, as médias são apresentadas com os

valores originais. Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando identificadas diferenças significativas pelo teste *F*, foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Para a análise dos dados, utilizou-se o software estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para ambos os experimentos, a viabilidade dos inóculos e as condições experimentais mostram-se satisfatórias, pois os valores de NTOJ e NOJGR obtidos na testemunha de suscetibilidade, tomateiro ‘Santa Cruz Kada’, foram tidos como altos (Tabelas 3, 6 e 9), diferindo dos demais genótipos avaliados. Pinheiro et al. (2014), utilizando o tomateiro ‘Rutgers’ como testemunha de suscetibilidade, em experimento com *Capsicum*, também observaram excelente multiplicação das mesmas espécies de nematoides, o qual apresentou NOGR e FR elevados.

Houve interação significativa, pelo teste *F* a 1% de probabilidade, para todas as variáveis analisadas, em todos os experimentos (Tabelas 3, 6 e 9).

A linhagem de *C. frutescens* apresentou os menores valores para as variáveis analisadas no primeiro experimento, diferindo dos demais genótipos avaliados. *C. frutescens* foi o único genótipo classificado como resistente e muito resistente às três espécies de nematoides de galha, por apresentar $FR < 1$ e $IR < 10\%$ (Tabelas 4 e 5). Os resultados encontrados confirmam os observados por Oliveira (2007), que também obteve resistência deste material às mesmas espécies de *Meloidogyne*.

Como esperado, as cultivares BRS Mari e BRS Moema comportaram-se como resistentes a *M. javanica*, com FR inferior a 1,0 e suscetíveis a *M. enterolobii* ($FR > 1,0$). A cultivar BRS Moema apresentou reação de suscetibilidade a *M. incognita* raça 3, nos experimentos 1, 2 e 3, tanto pelo fator de reprodução, como pelo índice de reprodução (Tabelas 4, 5, 7, 8, 10 e 11). Os resultados apresentados estão de acordo com o trabalho realizado por Pinheiro et al. (2013a). No entanto, a cultivar BRS Mari apresentou

suscetibilidade a *M. incognita* raça 3, em ambos os experimentos, com FR de 33,56 (Tabela 4) e 63,84 (Tabela 7), diferindo do resultado encontrado pelos mesmos autores, os quais observaram resistência deste genótipo, com FR de 0,92. Provavelmente, estas diferenças são atribuídas às populações e até às raças de *M. incognita* diferentes utilizadas, além das metodologias e das condições ambientais experimentais.

Dias-Arieira et al. (2012) e Andrade-Júnior et al. (2016) relatam que certas alterações entre os resultados obtidos em trabalhos que envolvam resistência a nematoides podem ocorrer, devido a diferenças nas metodologias de avaliação ou em função da variabilidade existente entre os isolados de nematoides utilizados nos experimentos. Outra característica que pode estar relacionado à discrepância dos resultados é o fator ambiental, uma vez que os estudos em questão foram realizados em condições ambientais distintas.

No primeiro experimento, houve diferença significativa pelo teste F a 1% de probabilidade, entre os genótipos e as espécies de nematoides, para as características NTOJ e NOJGR (Tabelas 4 e 5). Os genótipos de *C. annuum* CNPH 185, CNPH 187 e CNPH 188 apresentaram os menores valores de NTOJ e NOJGR para *M. incognita* raça 3, encontrando-se em grupos distintos dos demais genótipos analisados, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Quando se observou a reação destes acessos pelo índice e pelo fator de reprodução, estes foram classificados como muito resistente e resistente, respectivamente, exceto o genótipo CNPH 188, que foi classificado como suscetível a *M. incognita* raça 3, pelo fator de reprodução, por apresentar valor acima de 1,0. Além dos genótipos descritos, CNPH 33, CNPH 43, CNPH44, CNPH 68, CNPH 144, CNPH184 e CNPH190 também foram classificados como MR pelo índice de reprodução. Os acessos CNPH 29, CNPH 47, CNPH 147 e CNPH 149 foram moderadamente resistentes, e os genótipos CNPH 40, CNPH 45, CNPH 48, CNPH 150, CNPH 183 e CNPH 186, classificados como ligeiramente resistentes. Os demais genótipos foram tidos como suscetíveis a *M. incognita* raça 3.

Quando avaliada a reação a *M. javanica*, observou-se que os acessos CNPH 30, CNPH 40, CNPH 66, CNPH 183 e CNPH 185 apresentaram os

menores valores para NTOJ e NOJGR, diferindo significativamente dos demais genótipos. Estes acessos foram classificados como resistentes pelo fator de reprodução, seguidos dos genótipos CNPH 29, CNPH 32, CNPH 42, CNPH 44, CNPH 67, CNPH69, CNPH 147, CNPH 149, CNPH 186, CNPH 187 e CNPH 188. Com base no índice de reprodução, os genótipos CNPH 30, CNPH 40 e CNPH 183 foram classificados como AR, com IR<1%, e os demais foram muito resistentes (Tabelas 4 e 5).

Com relação a *M. enterolobii*, com exceção da linhagem de *C. frutescens*, observou-se alta reprodução da espécie nos genótipos analisados, obtendo elevados valores de NTOJ e NOJGR. Apesar de ter ocorrido diferença significativa entre os genótipos, apresentando dois grupos distintos, todos foram classificados como suscetíveis pela metodologia de Oostenbrink (1966), com FR superior a 24,12 (Tabela 4). Com relação ao método de classificação de Taylor (1967), os genótipos foram agrupados, pelo teste de Scott-Knott ($p<0,05$), em um mesmo grupo. No entanto, houve divergência quanto à reação, havendo um genótipo ligeiramente resistente (CNPH 47), e os demais, suscetíveis (Tabela 5).

Tabela 3. Análise de variância e teste de comparação de médias do número total de ovos e juvenis de segundo estágio (NTOJ) de espécies de nematoides de galha e número de ovos e juvenis de segundo estágio, por grama de raiz (NOJGR), de 27 genótipos de *Capsicum annuum*, duas cultivares comerciais de pimenta, uma linhagem de *Capsicum frutescens* e uma cultivar de tomateiro Santa Cruz Kada a *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*, no primeiro experimento.

Genótipos (G)	NTOJ	NOJGR
CNPH 29	102.733 c ⁽¹⁾	3.679,45 b
CNPH 30	110.600 c	4.198,24 b
CNPH 31	107.838 b	2.849,89 c
CNPH 32	118.666 c	4.389,99 b
CNPH 33	63.733 d	2.290,53 c
CNPH 40	95.413 d	2.200,77 d
CNPH 42	71.000 c	3.450,33 b
CNPH 43	70.333 d	2.054,14 d
CNPH 44	97.066 d	2.125,13 e
CNPH 45	141.533 b	2.587,84 c
CNPH 47	55.000 d	1.345,85 e
CNPH 48	84.933 c	2.239,33 c
CNPH 66	146.333 c	4.608,88 b
CNPH 67	125.333 b	3.959,14 b
CNPH 68	80.133 d	1.874,53 d
CNPH 69	132.133 b	4.502,91 b
CNPH 144	86.466 d	1.674,48 e
CNPH 147	86.733 c	2.152,63 c
CNPH 149	81.800 d	2.745,89 c
CNPH 150	122.000 b	3.578,45 b
CNPH 183	68.000 d	2.254,45 d
CNPH 184	100.800 d	2.722,89 c
CNPH 185	131.466 e	3.150,97 e
CNPH 186	102.266 c	3.740,19 b
CNPH 187	117.533 e	2.952,30 d
CNPH 188	79.733 e	1.905,14 e
CNPH 190	120.133 d	2.020,97 e
<i>C. frutescens</i>	3.333 f	80,22 f
BRS Mari	165.733 b	2.977,50 c
BRS Moema	189.733 b	5.292,75 b
Tomateiro	248.666 a	8.065,70 a
Teste F	25,96**	25,18**
Nematoides (N)		
<i>M. incognita</i> raça 3	84.162,58 b	2.702,43 b
<i>M. javanica</i>	12.897,31 c	487,28 c
<i>M. enterolobii</i>	222.990,32 a	5.875,28 a
Teste F	1985,31**	1421,35**
Interação (G x N)	16,00**	12,80**
CV (%)	5,50	8,89

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade; médias reais com estatística baseada nos dados transformados para log (x+5). ^{ns} Não Significativo. **Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 4. Desdobramento das interações entre genótipos de *Capsicum* spp. e espécies de nematoides de galha, para número total de ovos e juvenis de segundo estágio, no primeiro experimento.

Genótipos	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3			<i>Meloidogyne javanica</i>			<i>Meloidogyne enterolobii</i>			Teste F
	NTOJ	FR	R ⁽¹⁾	NTOJ	FR	R ⁽¹⁾	NTOJ	FR	R ⁽¹⁾	
CNPH 29	49.200 cB	9,84	S	4.000 cC	0,80	R	255.000 aA	51,02	S	83,71**
CNPH 30	190.400 aA	38,08	S	2.800 dB	0,56	R	138.600 bA	27,72	S	103,70**
CNPH 31	118.800 bA	23,76	S	7.916 bB	1,27	S	196.800 bA	39,36	S	54,77**
CNPH 32	118.000 bA	23,60	S	4.200 cB	0,84	R	233.800 bA	46,76	S	91,67**
CNPH 33	26.200 dB	5,24	S	7.200 bC	1,44	S	157.800 bA	31,56	S	34,66**
CNPH 40	83.040 bA	16,61	S	2.600 dB	0,52	R	200.600 bA	40,12	S	94,37**
CNPH 42	88.400 bA	17,68	S	4.000 cB	0,80	R	120.600 bA	24,12	S	68,46**
CNPH 43	11.000 eB	2,20	S	7.200 bB	1,44	S	192.800 aA	38,56	S	63,99**
CNPH 44	10.600 eB	2,12	S	4.000 cC	0,80	R	276.600 aA	55,32	S	92,58**
CNPH 45	113.400 bB	22,68	S	5.400 cC	1,08	S	305.800 aA	61,16	S	84,74**
CNPH 47	32.000 cB	6,40	S	5.400 cC	1,08	S	127.600 bB	25,52	S	44,93**
CNPH 48	82.000 bA	16,40	S	5.600 bB	1,12	S	167.200 bA	33,44	S	52,75**
CNPH 66	185.000 aA	37,01	S	2.800 dB	0,56	R	251.200 aA	50,24	S	120,33**
CNPH 67	201.400 aA	40,28	S	3.600 cB	0,72	R	171.000 bA	34,20	S	92,06**
CNPH 68	22.200 dB	4,44	S	5.000 cC	1,00	S	213.200 aA	42,62	S	72,33**
CNPH 69	210.200 aA	42,05	S	4.600 cB	0,92	R	181.600 bA	36,32	S	88,43**
CNPH 144	17.000 dB	3,40	S	7.000 bC	1,40	S	235.400 aA	47,08	S	58,05**
CNPH 147	63.800 cB	12,76	S	4.800 cC	0,96	R	191.600 bA	38,32	S	63,87**
CNPH 149	25.600 dB	5,12	S	4.800 cC	0,96	R	215.000 aA	43,01	S	74,88**
CNPH 150	119.200 bB	23,84	S	6.600 bC	1,32	S	240.200 aA	48,14	S	70,04**
CNPH 183	79.000 bA	15,80	S	1.400 dB	0,28	R	123.600 bA	24,72	S	108,42**
CNPH 184	13.200 eB	2,64	S	7.800 bB	1,32	S	281.400 aA	56,30	S	69,04**
CNPH 185	3.800 fB	0,76	R	2.200 dB	0,44	R	388.400 aA	77,66	S	151,28**
CNPH 186	51.000 cB	10,20	S	4.600 cC	0,92	R	251.200 aA	50,21	S	81,26**
CNPH 187	3.600 fB	0,72	R	4.800 cB	0,96	R	344.200 aA	68,84	S	125,40**
CNPH 188	5.600 fB	1,12	S	3.800 cB	0,76	R	229.800 aA	45,96	S	98,51**
CNPH 190	17.800 dB	3,56	S	5.000 cC	1,00	S	337.600 aA	67,49	S	95,90**
<i>C. frutescens</i>	4.200 fA	0,84	R	1.800 dB	0,36	R	4.000 cA	0,80	R	4,40*
BRS Mari	167.800 aB	33,56	S	4.000 cC	0,80	R	325.400 aA	65,08	S	110,53**
BRS Moema	264.400 aA	52,88	S	4.200 cB	0,84	R	300.600 aA	60,10	S	110,08**
Tomateiro	231.200 aA	46,24	S	26.070 aA	52,14	S	254.100 aA	51,00	S	0,17 ^{ns}
Teste F	32,64**			13,67**			11,65**			

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). ⁽¹⁾R = resistente; S = suscetível. ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} Não significativo pelo teste F.

Tabela 5. Desdobramento das interações entre genótipos de *Capsicum* spp. e espécies de nematoides de galha para número de ovos e juvenis de segundo estágio, por grama de raízes, no primeiro experimento.

Genótipos	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3			<i>Meloidogyne javanica</i>			<i>Meloidogyne enterolobii</i>			Teste F
	NOJGR	IR	R ⁽¹⁾	NOJGR	IR	R ⁽¹⁾	NOJGR	IR	R ⁽¹⁾	
CNPH 29	1.811,72 bB	25,74	MoR	217,52 bC	2,18	MR	9.586,62 aA	129,80	S	56,70**
CNPH 30	6.835,21 aA	97,11	S	91,08 cB	0,91	AR	5.668,45 aA	76,75	S	96,25**
CNPH 31	3.594,87 bA	51,07	S	135,22 bB	1,36	MR	4.785,73 aA	64,80	S	51,41**
CNPH 32	4.902,09 aA	69,65	S	186,85 bB	1,88	MR	8.081,05 aA	109,41	S	71,60**
CNPH 33	768,30 cB	10,92	MR	302,52 bC	3,04	MR	5.800,79 aA	78,54	S	33,08**
CNPH 40	2.193,66 bA	31,17	LR	84,48 cB	0,85	AR	4.362,47 aA	59,06	S	68,16**
CNPH 42	4.771,14 aA	67,79	S	198,10 bB	1,99	MR	5.448,87 aA	73,77	S	56,98**
CNPH 43	314,62 eB	4,47	MR	456,56 bB	4,59	MR	5.391,25 aA	72,99	S	43,32**
CNPH 44	215,06 eB	3,06	MR	129,25 bB	1,30	MR	6.031,10 aA	81,66	S	70,11**
CNPH 45	2.210,77 bB	31,41	LR	142,41 bC	1,43	MR	5.410,36 aA	73,25	S	59,11**
CNPH 47	903,97 cB	12,84	MoR	139,76 bC	1,40	MR	2.993,82 aA	40,53	LR	34,52**
CNPH 48	2.539,68 bA	36,08	LR	169,89 bB	1,71	MR	4.008,43 aA	54,27	S	39,77**
CNPH 66	7.763,23 aA	110,35	S	136,38 cB	1,37	MR	5.923,00 aA	80,19	S	82,66**
CNPH 67	6.093,32 aA	86,57	S	173,78 bB	1,75	MR	5.614,90 aA	76,02	S	64,02**
CNPH 68	629,45 cB	8,94	MR	207,68 bC	2,09	MR	4.824,67 aA	54,44	S	47,14**
CNPH 69	7.064,34 aA	100,87	S	216,12 bB	2,17	MR	6.192,52 aA	83,84	S	66,14**
CNPH 144	335,51 eB	4,77	MR	193,33 bB	1,94	MR	4.494,60 aA	60,85	S	45,15**
CNPH 147	1.732,85 bA	24,62	MoR	204,57 bB	2,05	MR	4.520,49 aA	61,20	S	35,95**
CNPH 149	1.481,41 bB	21,05	MoR	243,95 bC	2,45	MR	6.656,21 aA	90,12	S	48,47**
CNPH 150	3.246,88 bB	46,13	LR	216,41 bC	2,17	MR	7.517,64 aA	101,78	S	55,73**
CNPH 183	1.951,24 bB	27,72	LR	50,66 cC	0,51	AR	4.858,10 aA	65,78	S	89,20**
CNPH 184	389,21 dB	5,53	MR	225,94 bB	2,27	MR	7.601,03 aA	102,91	S	53,10**
CNPH 185	138,39 fB	1,97	MR	111,42 cB	1,12	MR	9.514,54 aA	128,82	S	96,74**
CNPH 186	2.404,56 bB	34,16	LR	220,40 bC	2,21	MR	8.900,20 aA	120,50	S	55,92**
CNPH 187	236,55 fB	3,36	MR	238,43 bB	2,39	MR	8.381,94 aA	113,49	S	69,76**
CNPH 188	226,76 fB	3,22	MR	134,97 bB	1,36	MR	5.353,72 aA	72,49	S	67,43**
CNPH 190	385,65 dB	5,48	MR	145,56 bC	1,46	MR	5.549,07 aA	75,13	S	60,48**
<i>C. frutescens</i>	113,01 fA	1,61	MR	36,35cB	0,37	AR	91,32 bA	1,24	MR	4,37*
BRS Mari	3.129,14 bA	44,46	LR	82,16 cB	0,83	AR	5.721,22 aA	77,46	S	84,80**
BRS Moema	8.414,47 aA	119,55	S	108,24 cB	1,09	MR	7.395,13 aA	100,12	S	96,59**
Tomateiro	6.382,30 aA	100,00	S	9.956,70 aA	100,0	S	7.386 aA	100,00	S	0,75 ^{ns}
Teste F	28,15**			12,57**			10,07**			

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). ⁽¹⁾S = suscetível, IR > 51%; LR = levemente resistente, 26% < IR < 50%; MoR = moderadamente resistente, 11% < IR < 25%; MR = muito resistente, 1% < IR < 10%; AR/I = altamente resistente ou imune, IR < 1. ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns}Não significativo pelo teste F.

No segundo experimento, houve diferença significativa pelo teste F, a 1% de probabilidade, entre os genótipos e as espécies de nematoides para as características NTOJ e NOJGR, com exceção da espécie *M. enterolobii*, que apresentou interação não significativa (Tabelas 7 e 8).

Entre os genótipos de *C. annuum* avaliados para reação a *M. incognita* raça 3, CNPH 680, CNPH 682 e CNPH 690 apresentaram valores inferiores para NTOJ e NOJGR, diferindo pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) dos demais acessos. Os mesmos foram classificados como resistentes e altamente resistentes, pelo fator de reprodução e pelo índice de reprodução, respectivamente. Acrescidos aos genótipos descritos, CNPH 691 foi classificado como altamente resistente pelo IR. Os genótipos CNPH 64, CNPH 145, CNPH 200, CNPH 677, CNPH 684 e CNPH 693 foram tidos como muito resistentes, apresentando $IR < 10$. Para a reação moderadamente resistente, apenas CNPH 295, CNPH 683 e CNPH 688 classificaram-se neste grupo. Os demais genótipos foram ligeiramente resistentes ou suscetíveis a *M. incognita* raça 3.

Quando avaliada a reação a *M. javanica*, os genótipos CNPH 432 e CNPH 646 foram significativamente inferiores quanto ao NTOJ e NOJGR, sendo classificados como resistentes e altamente resistentes pelo fator de reprodução e pelo índice de reprodução, respectivamente. Seguidos a estes acessos, CNPH 583, CNPH 640, CNPH 680, CNPH 683, CNPH 684 e CNPH 693 apresentaram reação de resistência a *M. javanica*. Com base no IR, os genótipos CNPH 64, CNPH 194 e CNPH 295 foram classificados como moderadamente resistentes, o acesso CNPH 644 como ligeiramente resistente e CNPH 198 como suscetível. Os demais genótipos foram classificados como muito resistentes, com IR entre 1% e 10%.

Para a reação a *M. enterolobii*, todos os genótipos apresentaram elevados valores de NTOJ e NOJGR, não havendo diferença significativa. Consequentemente, todos os acessos foram classificados como suscetíveis pelo fator de reprodução, com valores superiores a 21,54 (Tabela 7). No entanto, quando observado o índice de reprodução, os genótipos CNPH 640, CNPH 677, CNPH 684, CNPH 690, CNPH 693 e BRS Mari foram classificados como ligeiramente resistentes (Tabela 8).

Tabela 6. Análise de variância e teste de comparação de médias do número total de ovos e juvenis de segundo estágio (NTOJ), de espécies de nematoides de galha e número de ovos e juvenis de segundo estágio, por grama de raiz (NOJGR), de 36 genótipos de *Capsicum annuum*, duas cultivares comerciais de pimenta e uma cultivar de tomateiro Santa Cruz Kada a *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*, no segundo experimento.

Genótipos (G)	NTOJ	NOJGR
CNPH 64	97.733 c ⁽¹⁾	4.915,31 d
CNPH 145	111.544 c	3.731,21 e
CNPH 191	178.122 b	6.442,23 c
CNPH 194	216.333 b	6.605,61 c
CNPH 198	197.566 b	9.105,82 b
CNPH 199	234.122 b	8.181,95 d
CNPH 200	118.822 b	3.983,15 d
CNPH 291	230.133 b	9.382,83 c
CNPH 292	200.066 b	7.380,24 c
CNPH 295	178.888 b	5.184,28 c
CNPH 296	241.288 b	6.939,06 c
CNPH 297	183.444 b	5.961,58 c
CNPH 432	271.400 c	7.644,21 e
CNPH 433	180.100 b	4.633,18 d
CNPH 580	215.288 b	5.568,14 d
CNPH 581	194.177 b	6.387,96 c
CNPH 582	206.800 c	5.751,49 e
CNPH 583	178.244 c	5.844,53 e
CNPH 593	174.766 b	4.814,48 d
CNPH 602	193.188 b	6.518,16 c
CNPH 640	175.222 c	5.146,33 e
CNPH 641	116.344 b	5.687,13 c
CNPH 642	123.122 c	8.590,06 c
CNPH 644	223.077 b	9.225,24 b
CNPH 646	197.477 c	8.258,64 e
CNPH 677	87.711 c	2.176,90 e
CNPH 680	116.466 d	3.293,04 g
CNPH 682	123.388 d	3.286,82 f
CNPH 683	138.644 c	4.385,34 e
CNPH 684	54.211 c	2.351,64 e
CNPH 687	156.977 b	7.460,63 c
CNPH 688	176.944 b	6.163,10 c
CNPH 690	53.477 d	1.986,06 f
CNPH 691	84.711 c	3.660,79 e
CNPH 692	133.800 b	5.531,69 c
CNPH 693	84.422 d	2.136,56 f
BRS Mari	196.088 c	4.410,42 e
BRS Moema	202.944 b	6.816,15 d
Tomateiro	721.444 a	16.800,63 a
Teste F	12,62**	21,85**
Nematoides (N)		
<i>M. incognita</i> raça 3	220507,69 b	7801,28 b
<i>M. javanica</i>	33955,55 c	1002,59 c
<i>M. enterolobii</i>	281576,07 a	9068,64 a
Teste F	652,44**	1313,90**
Interação (G x N)	9,58**	14,96**
CV (%)	10,02	9,47

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; médias reais com estatística baseada nos dados transformados para log (x+5). ^{ns} Não Significativo. **Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 7. Desdobramento das interações entre genótipos de *Capsicum* spp. e espécies de nematoides de galha para número total de ovos e juvenis de segundo estágio, no experimento 2.

Genótipos	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3			<i>Meloidogyne javanica</i>			<i>Meloidogyne enterolobii</i>			Teste F
	NTOJ	FR	R ⁽¹⁾	NTOJ	FR	R ⁽¹⁾	NTOJ	FR	R ⁽¹⁾	
CNPH 64	13.200 cB	2,64	S	28.533 cB	5,70	S	251.466 aA	50,29	S	12,01**
CNPH 145	42.900 bB	8,58	S	13.066 cB	2,61	S	278.666 aA	55,73	S	11,68**
CNPH 191	255.300 aA	51,06	S	25.333 cB	5,06	S	253.733 aA	50,74	S	8,63**
CNPH 194	261.000 aA	52,20	S	60.800 bB	12,16	S	327.200 aA	65,44	S	4,57*
CNPH 198	176.700 aA	35,34	S	137.066 bA	27,41	S	278.933 aA	55,78	S	0,64 ^{ns}
CNPH 199	309.300 aA	61,86	S	7.200 dB	1,44	S	385.866 aA	77,17	S	27,19**
CNPH 200	83.400 bB	16,68	S	20.000 cB	4,00	S	253.066 aA	50,61	S	8,11**
CNPH 291	352.800 aA	72,72	S	8.800 dB	1,76	S	328.800 aA	65,76	S	22,61**
CNPH 292	287.400 aA	57,48	S	21.066 cB	4,21	S	291.733 aA	58,34	S	11,11**
CNPH 295	114.000 bB	22,80	S	85.333 bB	17,06	S	337.333 aA	67,46	S	3,00 ^{ns}
CNPH 296	421.200 aA	84,24	S	14.400 cB	2,88	S	288.266 aA	57,65	S	16,68**
CNPH 297	229.800 aA	45,96	S	15.200 cB	3,04	S	305.333 aA	61,06	S	14,01**
CNPH 432	442.200 aA	88,44	S	1.600 fB	0,32	R	370.400 aA	74,08	S	108,05**
CNPH 433	319.500 aA	63,90	S	11.466 cB	2,29	S	209.333 aA	41,86	S	15,90**
CNPH 580	331.200 aA	66,24	S	8.266 dB	1,65	S	306.400 aA	61,28	S	22,09**
CNPH 581	363.600 aA	72,72	S	11.466 cB	2,29	S	207.466 aA	41,49	S	17,08**
CNPH 582	332.400 aA	66,48	S	6.133 eB	1,22	S	281.866 aA	56,37	S	58,79**
CNPH 583	252.600 aA	50,52	S	4.533 eB	0,90	R	277.600 aA	55,52	S	61,13**
CNPH 593	266.700 aA	53,34	S	8.000 dB	1,60	S	249.600 aA	49,92	S	22,05**
CNPH 602	272.100 aA	54,42	S	11.466 cB	2,29	S	296.000 aA	59,20	S	16,86**
CNPH 640	327.000 aA	65,40	S	2.933 eB	0,58	R	195.733 aA	39,14	S	49,43**
CNPH 641	155.700 aA	31,14	S	15.466 cB	3,09	S	177.866 aA	35,57	S	9,61**
CNPH 642	247.500 aA	49,50	S	5.333 dB	1,06	S	116.533 aA	23,30	S	20,97**
CNPH 644	260.700 aA	52,14	S	78.933 bB	15,78	S	329.600 aA	65,92	S	2,88 ^{ns}
CNPH 646	344.700 aA	68,94	S	3.200 fB	0,64	R	244.533 aA	48,90	S	90,51**
CNPH 677	49.800 bB	9,96	S	5.600 dC	1,12	S	207.733 aA	41,54	S	16,78**
CNPH 680	3.000 cB	0,60	R	3.466 eB	0,69	R	342.933 aA	68,58	S	71,74**
CNPH 682	2.700 cB	0,54	R	9.866 cC	1,97	S	357.600 aA	71,52	S	43,67**
CNPH 683	102.600 bA	20,52	S	2.666 eB	0,53	R	310.666 aA	62,13	S	45,82**
CNPH 684	50.100 bA	10,02	S	4.800 dB	0,96	R	107.733 aA	21,54	S	14,13**
CNPH 687	172.800 aA	34,56	S	8.533 dB	1,70	S	289.600 aA	57,92	S	18,93**
CNPH 688	97.500 bB	19,50	S	39.733 bB	7,94	S	393.600 aA	78,72	S	6,80**
CNPH 690	3.900 cC	0,78	R	5.600 dB	1,12	S	150.933 aA	30,18	S	28,46**

Tabela 7. Continuação...

Genótipos	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3			<i>Meloidogyne javanica</i>			<i>Meloidogyne enterolobii</i>			Teste F
	NTOJ	FR	R ⁽¹⁾	NTOJ	FR	R ⁽¹⁾	NTOJ	FR	R ⁽¹⁾	
CNPH 691	7.200 cC	1,44	S	20.533 cB	4,10	S	226.400 aA	45,28	S	16,69**
CNPH 692	130.200 bA	26,04	S	18.666 cB	3,73	S	252.533 aA	50,50	S	8,87**
CNPH 693	9.000 cB	1,80	S	4.800 eC	0,96	R	239.466 aA	47,89	S	30,63**
BRS Mari	319.500 aA	63,84	S	3.466 eB	0,69	R	265.600 aA	53,12	S	49,07**
BRS Moema	365.100 aA	73,02	S	4.800 dB	0,96	R	238.933 aA	47,78	S	29,27**
Tomateiro	823.800 aA	164,76	S	586.133 aA	117,22	S	754.400 aA	150,88	S	0,17 ^{ns}
Teste F	15,67**			15,52**			0,59 ^{ns}			

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). ⁽¹⁾R = resistente; S = suscetível. ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Tabela 8. Desdobramento das interações entre genótipos de *Capsicum* spp. e espécies de nematoides de galha para número de ovos e juvenis de segundo estágio, por grama de raízes, no experimento 2.

Genótipos	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3			<i>Meloidogyne javanica</i>			<i>Meloidogyne enterolobii</i>			Teste F
	NOJGR	IR	R ⁽¹⁾	NOJGR	IR	R	NOJGR	IR	R	
CNPH 64	1.123,36 dB	4,29	MR	1.225,90 cB	11,09	MoR	12.396,68 aA	93,84	S	25,43**
CNPH 145	1.495,14 cB	5,72	MR	402,00 dC	3,63	MR	9.296,48 aA	70,38	S	25,81**
CNPH 191	11.726,29 aA	44,86	LR	670,78 cB	6,06	MR	6.929,61 aA	52,46	S	26,19**
CNPH 194	7.150,84 aA	27,35	LR	2.187,59 bB	19,79	MoR	10.478,40 aA	79,32	S	9,57**
CNPH 198	8.348,06 aA	31,93	LR	6.727,79 aA	60,86	S	12.241,61 aA	92,67	S	1,00 ^{ns}
CNPH 199	9.825,67 aA	37,59	LR	260,94 eB	2,35	MR	14.459,24 aA	109,46	S	64,11**
CNPH 200	2.795,20 cB	10,69	MR	804,12 cC	7,27	MR	8.350,14 aA	63,21	S	16,31**
CNPH 291	14.548,66 aA	55,65	S	446,37 dB	4,04	MR	13.153,47 aA	99,57	S	51,49**
CNPH 292	10.339,96 aA	39,55	LR	786,50 cB	7,11	MR	11.014,27 aA	83,38	S	27,16**
CNPH 296	9.682,42 aA	37,04	LR	623,68 cB	5,64	MR	10.511,07 aA	79,57	S	28,23**
CNPH 295	3.591,22 bB	13,73	MoR	1.993,44 bB	18,03	MoR	9.968,17 aA	75,46	S	8,13**
CNPH 297	7.019,69 aA	26,85	LR	453,67 dB	4,10	MR	10.411,38 aA	78,82	S	34,19**
CNPH 432	14.475,79 aA	55,38	S	46,80 gB	0,42	AR	8.410,04 aA	63,66	S	149,04**
CNPH 433	6.888,88 aA	26,35	LR	303,61 dB	2,74	MR	6.707,06 aA	50,77	S	37,26**
CNPH 580	9.058,01 aA	34,65	LR	273,14 eB	2,47	MR	7.373,27 aA	55,81	S	44,76**
CNPH 581	11.788,94 aA	45,10	LR	473,84 dB	4,28	MR	6.901,10 aA	52,24	S	32,93**
CNPH 582	9.422,74 aA	36,04	LR	133,08 fB	1,20	MR	7.698,67 aA	58,28	S	92,68**
CNPH 583	8.118,23 aA	31,05	LR	110,82 fB	1,00	MR	9.304,55 aA	70,44	S	100,54**
CNPH 593	7.490,50 aA	28,65	LR	248,53 eB	2,25	MR	6.704,43 aA	50,75	S	47,29**
CNPH 602	9.499,52 aA	36,34	LR	433,03 dB	3,91	MR	9.621,93 aA	72,84	S	35,72**
CNPH 640	11.180,69 aA	42,77	LR	132,50 fC	1,19	MR	4.125,80 aB	31,23	LR	87,06**
CNPH 641	7.015,02 aA	26,83	LR	549,58 dB	4,97	MR	9.496,78 aA	71,89	S	28,80**
CNPH 642	16.652,44 aA	63,70	S	281,29 eB	2,54	MR	8.836,46 aA	66,89	S	59,83**
CNPH 644	11.939,05 aA	45,67	LR	4.157,01 bB	37,61	LR	11.579,66 aA	87,66	S	5,96**
CNPH 646	16.697,10 aA	63,87	S	92,71 gB	0,83	AR	7.986,12 aA	60,46	S	134,56**
CNPH 677	1.366,79 cB	5,23	MR	130,18 eC	1,17	MR	5.033,73 aA	38,10	LR	37,60**
CNPH 680	126,75 fB	0,48	AR	132,39 fB	1,19	MR	9.619,99 aA	72,82	S	102,06**
CNPH 682	85,50 fC	0,32	AR	332,67 dB	3,01	MR	9.442,30 aA	71,48	S	76,97**
CNPH 683	4.388,50 bA	16,79	MoR	123,07 fB	1,11	MR	8.644,44 aA	65,44	S	70,10**
CNPH 684	2.075,23 cB	7,94	MR	151,65 eC	1,37	MR	4.828,06 aA	36,55	LR	36,51**
CNPH 687	10.176,10 aA	38,93	LR	371,33 dB	3,35	MR	11.834,46 aA	89,59	S	45,48**
CNPH 688	4.511,66 bB	17,26	MoR	1.149,94 cC	10,40	MR	12.827,71 aA	97,11	S	16,53**
CNPH 690	224,66 fB	0,86	AR	242,74 eB	2,19	MR	5.490,78 aA	41,56	LR	44,43**

Tabela 8. Continuação...

Genótipos	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3			<i>Meloidogyne javanica</i>			<i>Meloidogyne enterolobii</i>			Teste F
	NOJGR	IR	R ⁽¹⁾	NOJGR	IR	R ⁽¹⁾	NOJGR	IR	R ⁽¹⁾	
CNPH 691	231,12 eB	0,88	AR	494,11 dB	4,47	MR	10.257,15 aA	77,65	S	45,37**
CNPH 692	8.687,54 aA	33,23	LR	769,67 cB	6,96	MR	7.137,88 aA	54,03	S	20,47**
CNPH 693	341,57 eB	1,30	MR	132,52 fC	1,19	MR	5.935,57 aA	44,93	LR	51,29**
BRS Mari	8.478,08 aA	32,43	LR	67,80 fB	0,61	AR	4.685,39 aA	35,47	LR	89,32**
BRS	9.543,73 aA	36,51	LR	130,77 eB	1,18	MR	10.773,94 aA	81,56	S	69,75**
Tomateiro	26.139,35 aA	100,00	S	11.053,37 aA	100,00	S	13.209,16 aA	100,00	S	2,37 ^{ns}
Teste F	27,90**			22,76**			1,11 ^{ns}			

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). ⁽¹⁾S = suscetível, IR > 51%; LR = levemente resistente, 26% < IR < 50%; MoR = moderadamente resistente, 11% < IR < 25%; MR = muito resistente, 1% < IR < 10%; AR/I = altamente resistente ou imune, IR < 1. ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns}Não significativo pelo teste F.

No terceiro experimento, houve interação significativa entre os genótipos avaliados e as espécies de nematoides de galha para os parâmetros NTOJ e NOJGR, pelo teste F, a 1% de significância (Tabela 9).

As cultivares BRS Moema e Ikeda foram classificadas, pelo fator de reprodução, como suscetíveis a *M. incognita* raça 3 e *M. enterolobii*; e resistentes a *M. javanica* (Tabela 10). Com relação ao índice de reprodução, as cultivares apresentaram reação de suscetibilidade a *M. incognita* raça 3 e *M. enterolobii*; e altamente resistentes a *M. javanica*. Peixoto, Maluf e Campos (1999), ao avaliarem diferentes genótipos de pimentão, também observaram reação de suscetibilidade a *M. incognita* raça 3 e resistência a *M. javanica*, na cultivar Ikeda. Gonçalves et al. (2014) também observaram reação de suscetibilidade a *M. enterolobii* em 'Ikeda'.

Os genótipos de *C. annuum* CNPH 146, CNPH 698, CNPH 701, CNPH 702, CNPH 717 e CNPH 718 apresentaram os menores valores de NTOJ e NOJGR para *M. incognita* raça 3, diferindo pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$) dos demais genótipos. Pela classificação de Oostenbrink (1966), estes acessos foram classificados como resistentes, com $FR < 1$. Quanto à classificação de Taylor (1967), os mesmos foram altamente resistentes.

Para a reação a *M. javanica*, do total de 24 acessos de *C. annuum* analisados 13, ou seja, 54,16% foram tidos como resistentes e altamente resistentes pelo fator de reprodução e pelo índice de reprodução.

Não houve diferença significativa entre os acessos de *C. annuum* e a espécie *M. enterolobii* para NTOJ e NOJGR. Todos os genótipos avaliados para reação a *M. enterolobii* foram classificados como suscetíveis, pelo fator de reprodução e pelo índice de reprodução. A alta suscetibilidade de *C. annuum* a *M. enterolobii* também foi relatada em diversos estudos. Gonçalves et al. (2014), ao avaliarem 13 acessos de *C. annuum*, observaram IR de 36,90 a 397,70, sendo caracterizados como ligeiramente resistentes a suscetíveis. Oliveira et al. (2009), ao testarem diferentes espécies de *Capsicum*, observaram que todos os acessos pertencentes a *C. annuum* foram suscetíveis a *M. enterolobii*.

Tabela 9. Análise de variância e teste de comparação de médias do número total de ovos e juvenis de segundo estágio (NTOJ) de espécies de nematoides de galha e número de ovos e juvenis de segundo estágio, por grama de raiz (NOJGR), de 25 genótipos de *Capsicum annuum*, uma cultivar de pimenta (BRS Moema) e uma cultivar de tomateiro Santa Cruz Kada a *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*, no terceiro experimento.

Genótipos (G)	NTOJ	NOJGR
CNPH 146	91.300 e ⁽¹⁾	2.866,86 f
CNPH 694	55.300 d	1.658,77 d
CNPH 696	197.900 b	4.866,36 c
CNPH 697	209.500 c	5.733,31 c
CNPH 698	147.700 e	5.296,33 f
CNPH 701	217.700 e	3.738,21 f
CNPH 702	156.000 e	4.218,41 f
CNPH 703	201.200 c	4.398,06 c
CNPH 705	109.900 d	2.755,69 d
CNPH 707	219.400 d	10.750,53 c
CNPH 708	176.900 b	6.728,64 b
CNPH 709	228.400 b	6.922,00 b
CNPH 712	180.400 d	6.345,91 c
CNPH 714	272.900 b	9.472,37 a
CNPH 717	160.000 e	3.113,34 f
CNPH 718	72.900 e	1.945,82 f
CNPH 719	93.600 b	3.054,70 b
CNPH 723	207.500 b	6.458,70 b
CNPH 726	140.000 c	4.148,70 c
CNPH 727	152.900 d	3.239,37 d
CNPH 728	83.800 d	2.792,32 d
CNPH 729	108.900 d	1.798,04 e
CNPH 730	115.200 c	2.639,98 c
CNPH 731	95.600 c	2.506,96 c
Ikeda	371.900 c	10.830,33 c
BRS Moema	268.300 c	6.561,16 c
Tomateiro	540.900 a	9.340,61 a
Teste F	19,58**	36,87**
Nematoides (N)		
<i>M. incognita</i> raça 3	160.544,44 b	5.353,66 b
<i>M. javanica</i>	30.477,77 c	771,66 c
<i>M. enterolobii</i>	350.755,56 a	8.783,73 a
Teste F	370,48**	860,99**
Interação (G x N)	11,34**	23,31**
CV (%)	17,53	13,32

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade; médias reais com estatística baseada nos dados transformados para log (x+5).

^{ns}Não Significativo. **Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 10. Desdobramento das interações entre genótipos de *Capsicum* spp. e espécies de nematoides de galha para número total de ovos e juvenis de segundo estágio, no experimento 3.

Genótipos	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3			<i>Meloidogyne javanica</i>			<i>Meloidogyne enterolobii</i>			Teste F
	NTMJ	FR	R ⁽¹⁾	NTMJ	FR	R ⁽¹⁾	NTMJ	FR	R ⁽¹⁾	
CNPH 146	2.100 dB	0,42	R	900 dB	0,18	R	270.900 aA	54,18	S	45,35**
CNPH 694	5.400 cC	1,08	S	14.700 bB	2,94	S	145.800 aA	29,16	S	14,22**
CNPH 696	127.800 aA	25,56	S	10.200 bB	2,04	S	455.700 aA	91,14	S	8,70**
CNPH 697	303.600 aA	60,72	S	1.800 cB	0,36	R	323.100 aA	64,62	S	23,80**
CNPH 698	600 dB	0,12	R	900 dB	0,18	R	441.600 aA	88,32	S	52,65**
CNPH 701	1.200 dB	0,24	R	1.200 cB	0,24	R	650.700 aA	130,14	S	56,44**
CNPH 702	300 dB	0,06	R	600 dB	0,12	R	467.100 aA	93,42	S	66,88**
CNPH 703	15.000 bB	3,00	S	20.100 bB	4,02	S	568.500 aA	113,70	S	8,58**
CNPH 705	108.300 aA	21,66	S	2.100 cB	0,42	R	219.300 aA	43,86	S	24,55**
CNPH 707	389.700 aA	77,94	S	900 dB	0,18	R	267.600 aA	53,52	S	53,37**
CNPH 708	318.600 aA	63,72	S	29.700 aB	5,94	S	182.400 aA	36,48	S	2,92 ^{ns}
CNPH 709	246.600 aA	49,32	S	47.700 aA	9,54	S	390.900 aA	78,18	S	2,54 ^{ns}
CNPH 712	317.700 aA	63,54	S	1.200 cB	0,24	R	222.300 aA	44,46	S	39,87**
CNPH 714	367.500 aA	73,50	S	42.000 aB	8,40	S	409.200 aA	81,84	S	3,54*
CNPH 717	600 dB	0,12	R	1.200 cB	0,24	R	478.200 aA	95,64	S	50,08**
CNPH 718	1.800 dB	0,36	R	900 dB	0,18	R	216.000 aA	43,20	S	43,21**
CNPH 719	29.700 bA	5,94	S	66.000 aA	13,20	S	185.100 aA	37,02	S	1,71 ^{ns}
CNPH 723	166.200 aA	33,24	S	36.300 aA	7,26	S	420.000 aA	84,00	S	3,00 ^{ns}
CNPH 726	5.700 cB	1,14	S	73.200 aA	14,64	S	341.100 aA	68,22	S	14,35**
CNPH 727	77.700 bA	15,54	S	900 dB	0,18	R	380.100 aA	76,02	S	37,94**
CNPH 728	19.800 bB	3,96	S	4.800 bB	0,96	R	226.800 aA	45,36	S	8,02**
CNPH 729	9.300 bB	1,86	S	2.100 cC	0,42	R	315.300 aA	63,06	S	22,53**
CNPH 730	22.800 bB	4,56	S	12.900 bB	2,58	S	309.900 aA	61,98	S	5,60**
CNPH 731	58.200 bA	11,64	S	10.200 bB	2,04	S	218.400 aA	43,68	S	5,69**
Ikeda	677.700 aA	135,54	S	1.200 cB	0,24	R	436.800 aA	87,36	S	47,56**
BRS Moema	472.500 aA	94,50	S	3.000 cB	0,60	R	329.400 aA	65,88	S	22,07**
Tomateiro	588.300 aA	117,66	S	436.200 aA	87,24	S	598.200 aA	119,64	S	0,09 ^{ns}
Teste F	25,07**			16,85**			0,34 ^{ns}			

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). ⁽¹⁾R = resistente; S = suscetível. ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Tabela 11. Desdobramento das interações entre genótipos de *Capsicum* spp. e espécies de nematoides de galha para número de ovos e juvenis de segundo estágio, por grama de raízes, no experimento 3.

Genótipos	<i>Meloidogyne incognita</i> raça 3			<i>Meloidogyne javanica</i>			<i>Meloidogyne enterolobii</i>			Teste F
	NOJGR	IR	R ⁽¹⁾	NOJGR	IR	R ⁽¹⁾	NOJGR	IR	R ⁽¹⁾	
CNPH 146	67,14 fB	0,44	AR	28,84 eB	0,42	AR	8.504,60 aA	138,10	S	89,43**
CNPH 694	194,60 eC	1,29	MR	716,19 cB	10,44	MR	4.065,52 aA	66,02	S	27,99**
CNPH 696	4.126,26 bB	27,49	LR	228,06 cC	3,32	MR	10.244,77 aA	166,36	S	31,77**
CNPH 697	8.612,22 aA	57,39	S	56,23 dB	0,82	AR	8.531,49 aA	138,54	S	66,17**
CNPH 698	25,84 fB	0,17	AR	34,91 eB	0,50	AR	15.828,25 aA	257,03	S	108,89**
CNPH 701	38,97 fB	0,26	AR	22,62 eB	0,33	AR	11.153,03 aA	181,11	S	108,61**
CNPH 702	8,39 fB	0,05	AR	19,83 eB	0,28	AR	12.627,02 aA	205,05	S	126,77**
CNPH 703	396,02 dB	2,63	MR	549,16 cB	8,01	MR	12.249,00 aA	198,91	S	27,92**
CNPH 705	2.666,36 bA	17,76	MoR	59,94 dB	0,87	AR	5.540,78 aA	89,97	S	54,56**
CNPH 707	23.224,18 aA	154,76	S	32,08 eB	0,46	AR	8.995,32 aA	146,07	S	112,24**
CNPH 708	11.837,91 aA	78,88	S	1.264,75 bB	18,44	MoR	7.083,25 aA	115,02	S	8,89**
CNPH 709	8.741,36 aA	58,25	S	1.486,38 bB	21,67	MoR	10.538,26 aA	171,13	S	8,66**
CNPH 712	12.311,45 aA	82,04	S	34,92 eB	0,51	AR	6.691,36 aA	108,66	S	91,00**
CNPH 714	14.982,75 aA	99,84	S	2.106,43 bB	30,71	LR	11.327,92 aA	183,95	S	9,51**
CNPH 717	20,32 fB	0,13	AR	31,04 eB	0,45	AR	9.288,67 aA	150,83	S	98,83**
CNPH 718	62,72 fB	0,41	AR	27,62 eB	0,40	AR	5.747,11 aA	93,32	S	81,45**
CNPH 719	1.431,03 cB	9,53	MR	2.583,04 bB	37,66	LR	5.150,02 aA	83,63	S	3,41*
CNPH 723	5.302,08 aA	35,33	LR	1.124,01 bB	16,39	MoR	12.950,01 aA	210,29	S	11,21**
CNPH 726	226,45 eC	1,51	MR	2.587,54 bB	37,72	LR	9.632,10 aA	156,41	S	36,03**
CNPH 727	2.088,14 bB	13,91	MoR	22,29 eC	0,32	AR	7.607,69 aA	123,54	S	74,98**
CNPH 728	841,71 cB	5,61	MR	126,10 dC	1,84	MR	7.409,13 aA	120,31	S	31,04**
CNPH 729	272,14 dB	1,81	MR	36,78 eC	0,53	AR	5.085,20 aA	82,57	S	51,70**
CNPH 730	918,45 cB	6,12	MR	385,28 cB	5,61	MR	6.616,20 aA	107,43	S	15,90**
CNPH 731	2.006,36 bA	13,37	MoR	308,44 cB	4,49	MR	5.206,08 aA	84,54	S	15,90**
Ikeda	19.322,76 aA	128,76	S	46,61 eB	0,68	AR	13.121,62 aA	213,08	S	104,26**
BRS Moema	9.817,49 aA	65,42	S	57,72 dB	0,84	AR	9.808,28 aA	159,27	S	66,47**
Tomateiro	15.005,71 aA	100,00	S	6.858,09 aA	100,00	S	6.158,04 aA	100,00	S	1,58 ^{ns}
Teste F	51,53**			31,10**			0,86 ^{ns}			

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). ⁽¹⁾S = suscetível, IR > 51%; LR = levemente resistente, 26% < IR < 50%; MoR = moderadamente resistente, 11% < IR < 25%; MR = muito resistente, 1% < IR < 10%; AR/I = altamente resistente ou imune, IR < 1. ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Quanto à resistência múltipla às espécies de nematoides de galha, os genótipos CNPH 146, CNPH 185, CNPH 187, CNPH 680, CNPH 698, CNPH 701, CNPH 702, CNPH 717 e CNPH 718 foram considerados resistentes e muito resistentes a *M. incognita* raça 3 e *M. javanica*, simultaneamente, representando 10,58% do total de genótipos avaliados. No entanto, os genótipos descritos não foram resistentes a *M. enterolobii*.

Pinheiro et al. (2013a) relatam que a resistência a *M. enterolobii*, aparentemente, é mediada por genes distintos aos que conferem resistência a *M. incognita* e *M. javanica*. Fargette (1987) ressalta a capacidade de *M. enterolobii* reproduzir-se em plantas resistentes a outras espécies de *Meloidogyne* spp, como o híbrido comercial 'Snooker', que possui uma pirâmide dos genes *Me1* e *Me3/Me7*, responsáveis pela resistência a *M. incognita*, *M. arenaria* e *M. javanica* (PINHEIRO et al., 2015).

A baixa proporção de genótipos resistentes a *Meloidogyne* spp. tem sido relatada em trabalhos com *Capsicum* (MELO et al., 2011; PINHEIRO et al., 2013a; GONÇALVES et al., 2014). Pinheiro et al. (2014) avaliaram a resistência de 13 genótipos de *Capsicum* e verificaram que oito genótipos foram suscetíveis a *M. incognita* e *M. javanica*, sendo que, para *M. enterolobii*, todos os genótipos foram suscetíveis.

Em geral, as classificações pelo índice e pelo fator de reprodução foram efetivas para a identificação de genótipos resistentes a *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*; entretanto, a classificação proposta por Taylor (1967) proporcionou distribuição mais ampla de classes (AR, MR, MoR, LR e S), permitindo maior flexibilidade na classificação, enquanto a metodologia de Oostenbrink (1966) classificou os genótipos exclusivamente como resistentes (R) ou suscetíveis (S). A classificação de Oostenbrink (1966) torna-se mais segura para selecionar os genótipos resistentes, uma vez que se baseia na relação do número inicial e final dos ovos de nematoides. Ao contrário, a classificação de Taylor (1967) tem suas classes de resistência obtidas a partir da proporção de ovos e juvenis/J₂ de nematoides, envolvendo o controle altamente suscetível (ANDRADE-JÚNIOR et al., 2016), e neste trabalho foi utilizado o tomateiro 'Santa Cruz Kada', gênero e espécie diferentes das espécies de *Capsicum*, apesar de pertencerem à mesma família.

Portanto, a classificação pelo fator de reprodução (OOSTENBRINK, 1966) é mais adequada para seleção de genótipos resistentes.

No Brasil, até o presente, não se têm relatos de genótipos de *Capsicum* com resistência simultânea a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*, com potencial para serem utilizados como porta-enxertos no controle, em áreas infestadas. O primeiro trabalho relativo à resistência em *Capsicum* spp. a esses nematoides, até então, foi desenvolvido por Oliveira (2007), a qual observou que apenas um genótipo de *C. frutescens*, resistente, simultaneamente, a *M. incognita* e a *M. javanica*, apresentou resistência a *M. enterolobii*. Todavia, esse genótipo foi o único que exibiu incompatibilidade para enxertia, sendo as plantas enxertadas neste material, as de menor altura, produtividade e qualidade de frutos (OLIVEIRA et al., 2009). Sendo assim, torna-se necessária a continuidade de trabalhos que se engajem na busca por genótipos com resistência múltipla aos nematoides de galha, e que sejam bons candidatos a porta-enxertos no cultivo de pimentão e/ou possam ser utilizados em programas de melhoramento genético para a transferência do(s) gene(s) de resistência.

5 CONCLUSÕES

Os genótipos de *C. annuum* CNPH 146, CNPH 185, CNPH 187, CNPH 680, CNPH 698, CNPH 701, CNPH 702, CNPH 717 e CNPH 718 foram classificados como resistentes e muito resistentes pelo fator de reprodução e índice de reprodução, respectivamente, a *M. incognita* raça 3 e *M. javanica*.

Todos os genótipos de *Capsicum annuum* foram suscetíveis a *M. enterolobii* pelo fator de reprodução.

Utilizando o fator de reprodução como metodologia de seleção, não houve genótipos de *C. annuum* com resistência múltipla a *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e *M. enterolobii*.

6 Referências

- ABCSEM (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS). **2º Levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**. Campinas: Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas, 2014.
- AGRIANUAL 2016: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2016.
- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2016.
- ANDRADE JÚNIOR, V. C.; GOMES, J. A. A.; OLIVEIRA, C. M.; AZEVEDO, A. M.; FERNANDES, J. S. C.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R. Resistência de clones de batata- doce a *Meloidogyne javanica*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.34, p.130-136, 2016.
- AKBAR, N.; AHMAD, H.; GHAFOR, S.; BEGUM, K.; AFRIDI, S. G.; MUHAMMAD, I.; KHAN, I. A. Estimation of Genetic Diversity in *Capsicum* Germplasm Using Randomly Amplified Polymorphic DNA. **Asian Journal of Agricultural Sciences**, v.2, n.2, p.53-56, 2010.
- ANDREWS, J. **Peppers: the domesticated *Capsicum***. University of Texas Press: Austin. 1984. 170p.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat**: Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: UNESP, 2015. 396 p.
- BOSLAND, P. W. *Capsicum*: innovative uses of ancient crop. In: JANICK, J. (eds.) **Progress in new crop**. ASHS Press, Arlington, Virginia, 1996. p.479-487.
- BRAMLEY, P. M. Is lycopene beneficial to human health? **Phytochemistry**, Cádiz, v.54, n.3, p.233-236, 2000.
- BRASIL, Ministério do meio ambiente. Brometo de metila. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sqa/ozonio/submenu=6>>. Acesso em: 21 nov. 2016.

BÜTTOW, M. V.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; HEIDEN, G.; CARVALHO, F. I. F. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, p.1.264-1.269, 2010.

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

CARNEIRO, R. G.; MÔNACO, A. P. A.; MORITZ, M. P.; NAKAMURA, K. C.; SCHERER, A. Identificação de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e em plantas invasoras, em solo argiloso, no Estado do Paraná. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.30, n.3, p.293- 298, 2006.

CARNEIRO, M. D. G. **Hospedabilidade de hortaliças a *Meloidogyne ethiopica***: sugestão de manejo através de rotação de culturas. 2014. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2003. 49p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 49).

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. Botânica e recursos genéticos. In: RIBEIRO, C. S. C.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2008. p. 39-53.

CARRIZO, G. C.; STERPETTI, M.; VOLPI, P.; UMMARINO, M.; SACCARDO, F. Wild *Capsicums*: identification and in situ analysis of Brazilian species. In: XVth EUCARPIA Meeting on genetics and breeding of *Capsicum* and Eggplant. Torino, Italy. p. 205-213, **Anais...** Torino, 2013.

CASALI, V. W. D.; COUTO, F. A. A. **Origem e botânica de *Capsicum***. Informe Agropecuário, Brasília, v.10, n.113, p.8-10, 1984.

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

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

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.

DOMENICO, C. I. **Caracterização agrônômica e pungência em pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.)**. 2011. 48f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2011.

EISENBACK, J. D. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C. **An advanced treatise on Meloidogyne: biology and control**. Raleigh: North Carolina State University, 1981. p. 95-112.

EISENBACK, J. D.; TRIANTAPHYLLOU, H. H. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and races. In: NICKLE, W. R. **Manual of agricultural nematology**. New York: Markel Kekker, 1991. p. 191-274.

ESBENSHADE, P. R.; TRIANTAPHYLLOU, A. C. Isozyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology**, College Park, v. 22, n. 1, p. 10-15, 1990.

FARGETTE, M. Use of esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 2. Esterase phenotypes observed in West African populations and their characterization. **Revue de Nématologie**, Scotland, v.10, p. 45-56, 1987.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2013. Disponível em: <http://faostat.fao.org/beta/en/#data/QC>. Acesso em 20 de nov. 2016.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Editora UFV. Viçosa: UFV, 2008. 402p.

FREIRE, F.; FREIRE, T. A. Nematóides das galhas (*Meloidogyne* spp.), associados ao parasitismo de plantas na região Amazônica II, no Estado do Pará. **Acta Amazônica**, Manaus, v.8, n.4, p.557-560, 1978.

GHULE, T. M.; AMIT SINGH, A.; KHAN, M. R. Root Knot Nematodes: Threat to Indian Agriculture. **Popular Kheti**, Rajasthan, v. 2, n. 3, p. 126-130, 2014.

GONÇALVES, L. S. A.; GOMES, V. M.; ROBAINA, R. R.; VALIM, R. H.; RODRIGUES, R.; ARANHA, F. M. Resistance to root-knot nematode (*Meloidogyne enterolobii*) in *Capsicum* spp accessions. **Revista Agrária**, Recife, v.9, n.1, p.49-52, 2014.

IEA (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA). **Área e produção dos principais produtos da agropecuária**. [São Paulo], 2014. Banco de dados: estatísticas da produção paulista. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1>. Acesso em: 26 nov. 2016.

HARE, W. W. Inheritance of resistance to root-knot nematodes in pepper. **Phytopathology**, Saint Paul, v.47, p. 455-459, 1957.

HENDY, H.; POCHARD, E.; DALMASSO, A. Indentification de deux nouvelles souches de résistance aux nématodes du genre *Meloidogyne* chez le piment, *Capsicum annuum* L. **Comptes Reudes des Séances l' Académie d' Agriculture**, Paris, v.69, n.11, p. 817-822, 1983.

HENDY, H.; POCHARD, E.; DALMASSO, A. Transmission héréditaire de la resistance aux nematodes *Meloidogyne* chitwood (Tylenchida) porée par 2 lignées de *Capsicum annuum* L., étude de descendences homozygotes issues d' androgénese. **Agronomie**, Paris, v.5, n.2, p.93-100, 1985.

HEISER JUNIOR, C. B. **Peppers – Capsicum (Solanaceae). Evolution of crop plants**. London: Longman. p.449-451, 1995.

HENZ, G. P.; RIBEIRO, C. S. C. Mercado e comercialização. In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Pimentas Capsicum**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2008. p.15-24.

HILL, T. A.; ASHRAFI, H.; WO, R. C. S.; YAO, J.; STOFFEL, K.; TRUCO, J. M.; KOZIK, A.; MICHELMORE, R. W.; DEYNZE, A. V. Characterization of *Capsicum annuum* Genetic Diversity and Population Structure Based on Parallel Polymorphism

Discovery with a 30K Unigene Pepper GeneChip. **Plos One**, California, v.8, n.2, p.1-16, 2013.

HUNZIKER, A. T. **Genera Solanacearum**: the genera of Solanaceae illustrated, arranged according to a new system. A.R.G. Gantner, 2001. 500p.

HUSSAIN, M. A.; MUKHTAR, T.; KAYANI, M. Z. Characterization of susceptibility and resistance responses to root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) infection in okra germplasm. **Pakistan Journal of Agricultural Science**, Faisalabad v. 51, n. 2, p. 309-314, 2014.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 57, n. 12, p. 1.025-1.028, 1973.

KARSSSEN, G.; LIAOM, J.; KAN, Z; VAN HEESE, E. Y. J.; DEN NIJS, L. J. M. F. On the species status of the root-knot nematode *Meloidogyne mayaguensis* Rammah & Hirschmann, 1988. **ZooKeys**, Sophia, v. 181, p. 67–77, 2012.

LIBÂNO, R. A. **Obtenção de híbridos de pimentão com resistência a nematoides de galhas *Meloidogyne incognita***. 2005. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

LIM, T.K. **Edible Medicinal and Non-medicinal plantas. *Capsicum baccatum* var. *pendulum***. Springer, v. 6, n. 23, 2013. 202p.

LIU, B.; REN, J.; ZHANG, Y.; AN, J.; CHEN, M.; CHEN, H.; XU, C.; REN, H. A new grafted rootstock against root-knot nematode for cucumber, melon, and watermelon. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 35, p.251-259, 2015.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do pimentão**: diagnose e controle. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2003. 96p.

LOPES, C. A. Ardume, picância e pungência. In: RIBEIRO, C. S. C.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2008. p. 25-30.

LÓPEZ-PÉREZ, J.A.; STRANGE, M.; KALOSHIAN, I.; PLOEG, A.T. Differential response of *Mi* gene-resistant tomato rootstocks to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*). **Crop Protection**, Guildford, v.25, p.382-388, 2006.

LUTZ, D. L.; FREITAS, S. C. Valor nutricional. In: RIBEIRO, C. S. C.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2008. p. 31-38.

MALUF, W. R.; TOMA-BRACHINE, M.; CORTE, R. D. Avaliação de introduções de pimentão para resistência às raças 1, 2, 3, e 4 do nematoide de galhas *Meloidogyne incognita*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.7, n.1, p.61-68, 1989.

MARCUSSI, F. F. N.; VILLAS BOAS, R. L. Uso da fertirrigação na eficiência de aproveitamento de N e K pelo pimentão sob condições de cultivo protegido. In: Congresso Brasileiro de Fertirrigação, 1., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa:(s.n.), 2003. 1 CD-ROM.

McSORLEY, R.; THOMAS, S. H. Diseases Caused by Nematodes. In: PERNEZNY, K.L.; ROBERTS, P.D.; MURPHY, J.F.; GOLDBERG, N.P. **Compendium of Pepper Diseases**. The American Phytopathological Society, USA, 2003. p. 46-49.

MELO, O. D.; MALUF, W. R.; GONÇALVES, R. J. S.; NETO, A. C. G.; GOMES, L. A. A.; CARVALHO, R. C. Triagem de genótipos de hortaliças para resistência a *Meloidogyne enterolobii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, p. 829-835, 2011.

MITKOWSKI, N. A.; ABAWI, G. S. **Root-knot nematodes**. The Plant Health Instructor. 2003. DOI:10.1094/PHI-I-2003-0917-01.

MONTEIRO, E. R.; BASTOS, E. M.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; NUNES, J. A. R. Diversidade genética entre acessos de espécies cultivadas de pimentas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.2, p.288-293, 2010.

MOREIRA, G.R.; CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; RIBEIRO, C.S.C. **Espécies e variedades de pimenta**. Informe Agropecuário, Brasília, v. 27, p.16-29, 2006.

MOREIRA, F.J.C.; SANTOS, C.D.G.; INNECCO, R.; SILVA, G.S. Controle alternativo de nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*) raça 2, com óleos essenciais em solo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 41, n. 3, p. 207-213, 2015.

MOSCONE, E. A.; ESCALDAFERRO, M. A.; GABRIELLE, M.; CECCHINI, N. M.; GARCÍA, Y. S.; JARRET, R.; DAVIÑA J. R.; DUCASSE, D. A.; BARBOZA, G. E.; EHRENDORFER, F. The evolution of the chili pepper (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. **Acta Horticulturae**, Seoul-Korea, v.745, p.137-169, 2007.

MOURA, M. F.; MARUBAYASHI, J. M.; MITUTI, T.; GIORIA, R.; KOBORI, R. F.; PAVAN, M. A.; KRAUSE-SAKATE, R. Análise comparativa da região codificadora para a proteína capsidial de isolados de PepYMV e PVY coletados em pimentão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.38, n.1, p.93-96, 2012.

MOTA, F. C.; ALVES, G. C. S.; GIBAND, M.; GOMES, A. C. M. M.; SOUSA, F. R.; MATTOS, V. S.; BARBOSA, V. H. S.; BARROSO, P. A. V.; NICOLE, M.; PEIXOTO, J. R.; ROCHA, M. R.; CARNEIRO, R. M. D. G. New sources of resistance to *Meloidogyne incognita* race 3 in wild cotton accessions and histological characterization of the defense mechanisms. **Plant Pathology**, London, n. 6, v. 62, p.1.173-1.183, 2013.

NEITZKE R. **Recursos genéticos de pimentas do gênero *Capsicum* – explorando a multiplicidade de usos**. 2012. 115p. Tese (doutorado em Fitomelhoramento) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

NWOKEM, C. O.; AGBAJI, E. B.; KAGBU, J. A.; EKANEM, E. J. Determination of capsaicin content and pungency level of five different peppers grown in Nigeria. **New York Science Journal**, New York, v. 3, n.9, p.17-21, 2010.

OLIVEIRA, D.C. **Enxertia de plantas de pimentão em *Capsicum* spp. no manejo de nematóides de galha**. 2007. 155f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, 2007.

OLIVEIRA, C. D.; BRAZ, L. T.; SANTOS, J. M.; BANZATTO, D. A.; OLIVEIRA, P. R. Resistência de pimentas a nematoides de galha e compatibilidade enxerto/porta-enxerto entre híbridos de pimentão e pimentas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 520-526, 2009.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen van de Landbouwhogeschool te Wageningen**, Wageningen, v. 66, n. 4, p. 1-46, 1966.

PEGARD, A.; BRIZZARD, G.; FAZARI, A.; SOUCAZE, O.; ABAD, P. Histological species related to phenolics accumulation in *Capsicum annuum*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.985, p.158-165, 2005.

PEIXOTO, J. R.; MALUF, W. R.; CAMPOS, V. P. Avaliação de linhagens, híbridos F₁ e cultivares de pimentão quanto à resistência a *Meloidogyne* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.12, p.2259-2265, 1999.

PIMENTA, S.; MENEZES, D.; NEDER, D. G.; MELO, R. A.; ARAÚJO, A. L. R.; MARANHÃO, E. A. A. Adaptability and stability of pepper hybrids under conventional and organic production systems. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.168-174, 2016.

PINHEIRO, J. B.; AMARO, G. B.; PEREIRA, R. B. **Nematoides em pimentas do gênero *Capsicum***. Circular Técnica, Brasília, Embrapa Hortaliças, n.104, 2012a.

PINHEIRO, J. B.; RODRIGUES, C.S.; CARVALHO, A.D.F.; PEREIRA, R.B. **Nematoides na cultura da batata-doce**. Circular Técnica, Embrapa Hortaliças, Brasília, n.105, 2012b.

PINHEIRO, J.B.; PEREIRA, R.B. Nematoides. In: CLEMENTE, F.M.V.T.; BOITEUX, L.S. **Produção de Tomate para Processamento Industrial**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2012, 344p.

PINHEIRO, J. B.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; PEREIRA, R. B.; MOITA, A. W. Reprodução de *Meloidogyne* spp. em *Capsicum* spp. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.37, n.1, p.20-25, 2013a.

PINHEIRO, J.P.; PEREIRA, R.B.; CARVALHO, A.D.F.; RODRIGUES, C.S.; SUINAGA, F.A. **Manejo de nematoides na cultura da alface**. Circular Técnica, Embrapa Hortaliças, Brasília, n. 124, 2013b.

PINHEIRO, J. B.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; PEREIRA, R. B.; MOITA, A. W. Reação de genótipos de *Capsicum* ao nematoide das galha. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.32, n.3, p.371-375, 2014.

PINHEIRO, J. B.; BOITEUX, L. S.; ALMEIDA, M. R. A.; PEREIRA, R. B.; GALHARDO, L. C. S.; CARNEIRO, R. M. D. G. First Report of *Meloidogyne*

enterolobii in *Capsicum* Rootstocks Carrying The Me1 and Me3/Me7 Genes in Central Brazil. **Nematropica**, Bradenton, v.45, n.2, p.184-188, 2015.

POINAR JR., G. O.; JANSSON, H. ed. **Diseases of nematodes**. v. 1. Boca Raton: CRC Press, 1988. 149 p.

POZZOBON, M. T.; WITTMAN, S.; BIANCHETTI, L. B. Chromosome numbers in wild and semidomesticated Brazilian *Capsicum* L. (Solanaceae) species: $x=12$ and $x=13$ represent two evolutionary lines. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Malden, v.151, n.2, p.259-269, 2006.

RAMMAH, A.; HIRSHMANN, H. *Meloidogyne mayaguensis* n. sp. (Meloidogyidae), a root-knot nematode from Puerto Rico. **Journal of Nematology**, College Park, v. 25, n. 1, p. 1-6, 1988.

REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Capsicum. Pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, Brasília, 2000. 113p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HENZ, G. P. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. 1. ed. Brasília, 2015. 156 p.

RIBEIRO, C. S. C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Genética e melhoramento. In: RIBEIRO, C.S.C.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.P.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Pimentas Capsicum**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2008. p. 55-70.

ROCHA, M. C.; CARMO, M. G. F.; POLIDORO, J. C.; SILVA, D. A. G.; FERNANDES, M. C. A. Características de frutos de pimentão pulverizados com produtos de ação bactericida. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.185-189, 2006.

SIDDIQUI, Z. A.; MAHMOOD, I. Biological control of plant parasitic nematodes by fungi: a review. **Bioresource Technology**, College Station, v. 58, p. 229-239, 1996.

SILVA, G. .; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Atração, penetração e desenvolvimento de larvas de *Meloidogyne javanica* em raízes de *Crotalaria* spp. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.13. p. 151-163, 1989.

SIKORA, A.; FERNÁNDEZ, E. Nematode parasites of vegetables. In: LUC, M.; SIKORA, R. A; BRIDGE, J. (eds). **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. Wallingford, UK: CAB International, 2005. p.319-392.

SOARES, P. L. M. **Estudo do controle biológico de fitonematoides com fungos nematófagos. 2006.** 256f. Tese (Doutorado em Agronomia - Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal. 2006.

TAYLOR, A. L. **Introduction to research on plant nematology:** an FAO guide to the study and control of the plant-parasitic nematodes. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1967. 133p.

TAYLOR, A. L.; NETSCHER, C. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. **Nematologica**, Leiden, v.20, p.268-269. 1974.

THIES, J. A.; FERY, R. L. Modified expression of the N gene for southern root-knot nematode resistance in pepper at high soil temperatures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.123, n.6, p.1.012-1.015, 1998.

VIÑALS, F. N.; ORTEGA, R. G.; GARCIA, J. C. **El cultivo de pimientos, chiles y ajies**. Madri: Mundi-Prensa, 1996. 607p.

WAHYUNI, Y.; BALLESTER, A. R.; TIKUNOV, Y.; VOS, R. C. H.; PELGROM, T. B. K.; MAHARIJAYA, A.; SUDARMONOWATI, E.; BINO, J. R.; BOVY, A. G. Metabolomics and molecular marker analysis to explore pepper (*Capsicum* sp.) biodiversity. **Metabolomics**, Nevada, v.9, n.1, p.130–144, 2013.

YANG, B.; EISENBACK, J. D. *Meloidogyne enterolobii* n.sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing pacara earpot tree in China. **Journal of Nematology**, College Park, v.15, n.1, p.381-391, 1983.

**D
I
S
S.**

/

**S
O
A
R
E
S**

**R.
S.**

**2
0
1
7**