

RONALDO ALVES LIBÂNIO

**OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO
COM RESISTÊNCIA A NEMATÓIDES
DE GALHAS *Meloidogyne incognita***

**LAVRAS
MINAS GERAIS, BRASIL
2005**

RONALDO ALVES LIBÂNIO

**OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO
COM RESISTÊNCIA A NEMATÓIDES
DE GALHAS *Meloidogyne incognita***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS, BRASIL
2005**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Libânio, Ronaldo Alves
Obtenção de híbridos de pimentão com resistência a nematóides de galhas
Meloidogyne incognita / Ronaldo Alves Libânio. -- Lavras : UFLA, 2005.
59 p. : il.

Orientador: Luiz Antônio Augusto Gomes.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. *Capsicum annuum*. 2. *Meloidogyne incognita*. 3. Melhoramento genético. 4.
Nematóide de galha. 5. Pimentão. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.6433

RONALDO ALVES LIBÂNIO

**OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO COM RESISTÊNCIA A
NEMATÓIDES DE GALHAS *Meloidogyne incognita***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA EM 16 de setembro de 2005

Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva

UNIFENAS

Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf

UFLA

Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes
Orientador

LAVRAS
MINAS GERAIS, BRASIL
2005

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Aos meus pais, Rubens Geraldo Libânio (*in memorian*) e Rachel Alves Libânio, pelo amor e dedicação.

Ao Bruno Libânio, meu filho, com especial carinho. Peço-lhe perdão pela ausência, mas saiba que te amo muito.

A Betsie C.M. Pennings Libânio, pela ajuda, respeito e por ter a responsabilidade de educar o nosso filho! O meu carinho e afeto.

A Universidade Federal de Lavras, com especial carinho ao Departamento de Agricultura, todos os seus professores e funcionários.

Ao Professor Luiz Antonio Augusto Gomes, mestre e amigo, pela orientação e amizade indispensáveis para a realização desta dissertação.

Ao Professor Wilson Roberto Maluf, pela co-orientação.

Aos meus companheiros, colegas e amigos Luciano, Ildon e Ricardo, pelo apoio nas horas mais difíceis, pela valiosa ajuda, pela amizade. Sem vocês, não teria conseguido.

Ao Renato, Alice e Marcos Alves Libânio, meus irmãos, pelos exemplos de vida.

A Sônia e filhos, ao Pedro Henrique Libânio Maggioni e ao Déo Maggioni (*in memorian*), por tudo.

Ao Paulo Moretto (São paulino), Cida, Daniel e Débora, pelo apoio em todas as horas.

Ao Vicente (Bugrino), Ivanilde e filhos, pelo apoio e as pelas viagens a BH..

Aos meus colegas de universidade e meus amigos Érika, Cibelli, Guilherme, Edilene, Adriene, Raphael, Cida, Adriano, Elka, João do “trigo”, Sérgio do “café”, Hermínio, Luiza, Paulo Otávio, Shirley, Marcos, Gislaine (a Gi), Fred, Keny, Juliana, Daniela, Irene e a Ana Lúcia e tantos outros, pela compreensão, carinho e ajuda nas horas difíceis. Vocês foram indispensáveis.

Aos professores Luiz Edson, Machado, Renato Guimarães, José Eduardo, pelo apoio.

Ao pessoal da HortiAgro, em especial ao cruzeirense e narrador esportivo, um verdadeiro dicionário ambulante, o Sr. Ná. Vocês todos são também responsáveis por essa dissertação.

Às famílias Escobar Butti, Alves-Faria, Pennings, Wopereis, e Eltink, pela ajuda, apoio e compreensão.

Ao Wim Koonstra e Margareth Pennings-Koonstra, pela ajuda, apoio e consideração.

Ao Dhr. Ing. e pesquisador Ben van der Hoeven e família, pelo incentivo.

Ao pessoal da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, FEAGRI, especialmente ao Professor Dr. Paulo Ademar Martins Leal e aos pós-graduandos Ruy e Edilson. Ao Departamento de Botânica, da Faculdade de Biologia da UNICAMP, com especial carinho a Dra. Jullie H. Capitani, pelos ensinamentos. Ao pesquisador e professor João Kitajima, do LBI- Laboratório de Bioinformática, da UNICAMP, pelos ensinamentos na área de programação computacional, junto ao Programa Brasileiro do Projeto Genoma da *Xyllera fastidiosa*.

“Ik zal jullie nooit vergeten!”

BIOGRAFIA

Ronaldo Alves Libânio, filho de Rubens Geraldo Libânio (*in memorian*) e Rachel Alves Libânio, natural de Pouso Alegre, Minas Gerais, nasceu aos 27 de maio de 1959.

Técnico Agrícola, formado na turma de 1978, na Escola Agrotécnica Estadual de Espírito Santo do Pinhal, estado de São Paulo.

Em 1984, ingressou na PUC-Campinas, onde cursou, até 1987, licenciatura em Ciências Biológicas. Viajou para a Holanda em 1989. De volta ao Brasil entrou na Unicamp em 1999. Licenciou-se em 2002, pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada, em Ciências, habilitação em Biologia, Mogi Guaçu, estado de São Paulo.

Na Holanda, concluiu o curso de Management Planttelt Bedrijven - “Gerenciamento Técnico Aplicado às Empresas de Agrofloricultura”, no MTSchool em Rijnsburg e no IPC de Ede-Wageningen. Participou de congressos na Holanda e Alemanha e de visitas técnicas à França, Bélgica e Dinamarca.

Trabalhou na Florestal Empreiteira Rural, com sede em Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, ICI- Imperial Chemical Industries, hoje Syngenta, na empresa Schoenmaker & Filhos, ambas em Holambra e na Bioplanta, empresa de Biotecnologia Vegetal do grupo Souza Cruz, localizada, então, em Betel-Paulínia, estado de São Paulo.

Ainda na Holanda, trabalhou com sementes e seleção de plantas, na empresa Leen de Mos e no grupo van Zanten, com seleção e melhoramento de crisântemos. Durante 5 anos, exerceu funções no Ministério da Agricultura, como Assistente Técnico de Pesquisa, no LBO (Bulbs Research), na área de bulbos, na cidade de Lisse e, em Wageningen, trabalhou no CPRO/DLO, hoje PRI (Plant Research International), como Assistente Técnico de Melhorista na área de bulbos e cultura de tecidos.

SUMÁRIO

Página

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Gênero <i>Capsicum</i>	3
2.1.1 Botânica e cultivares	5
2.2 Heterose e híbridos de pimentão	6
2.3 Importância dos nematóides.....	12
2.3.1 Raças fisiológicas	15
2.3.2 Controle de nematóides.....	16
2.3.3 Mecanismos de resistência aos nematóides.....	17
2.4 Resistência a nematóides em pimentão	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Material genético utilizado	23
3.2 Obtenção da linhagem resistente ao nematóide <i>M. incognita</i>	25
3.3 Obtenção dos híbridos experimentais.....	27
3.4 Avaliação dos híbridos experimentais.....	28
3.5 Características avaliadas.....	29
3.5.1 Características da produção.....	29
3.5.2 Características relacionadas ao tipo de fruto	30
3.5.3 Características relacionadas à tolerância ao nematóide <i>Meloidogyne incognita</i>	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Caracteres da produção	32
4.2 Características de fruto	39
4.3 Caracteres relacionados aos nematóides	42
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS	49
6 CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

RESUMO

LIBÂNIO, Ronaldo Alves. **Obtenção de híbridos de pimentão com resistência ao nematóide de galha *Meloidogyne incognita***. 2005. 59p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil¹.

Neste trabalho, a linhagem de pimentão PIX-027F-01-09-01, portadora do alelo Me₁, que confere resistência às raças 1, 2, 3, e 4 de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*, foi utilizada em cruzamentos com as linhagens PIM-003, PIM-013, PIM-016 e Myr-29. Os quatro híbridos obtidos, presumivelmente resistentes aos nematóides, foram avaliados juntamente com outros quatro híbridos, suscetíveis e obtidos nos mesmos backgrounds dos primeiros, além de quatro híbridos comerciais. A avaliação foi feita em solo naturalmente infestado com *Meloidogyne incognita* em casa de vegetação, num experimento em DBC, com seis repetições e nove plantas úteis por parcela. Houve diferença significativa entre os diversos híbridos, para todas as características avaliadas, à exceção da produção de frutos na colheita precoce e produção total de frutos. Os materiais que apresentaram frutos com maior massa média, tanto na colheita precoce (MMFP) quanto na colheita total (MMFT), foram o híbrido comercial Laser (168,6g e 206,1g) e o híbrido suscetível F₁(PIM-013xLinha-004), 167,7g e 201,4g, os quais apresentaram também maiores comprimentos (15,9cm e 14,2cm respectivamente). O híbrido que apresentou menor MMFP e MMFT foi o F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-003), 89,7g e 101,6g respectivamente. Este foi também o híbrido com menor comprimento (11,6cm) e esteve entre os de maior largura (7,0cm). Para as características relacionadas à tolerância aos nematóides, ficou evidenciada a tolerância dos F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-016), F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-013), F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-003), F₁(PIX-027F-01-09-01xMyr-29). Os contrastes não ortogonais evidenciam que quando os híbridos comerciais com os oito experimentais são comparados, há significância para MMFP, MMFT, COMP, LARG, FORM e ING, e os híbridos comerciais apresentam superioridade. À exceção da PPF e PTF, houve significância para a maioria das características, à exceção da relação C_L. Os dados obtidos evidenciam que a utilização de híbridos F₁, portadores do alelo Me₁ em heterozigose, é eficiente para reduzir a incidência dos nematóides.

¹ Comitê orientador: Luiz Antonio Augusto Gomes - UFLA (Orientador); Wilson Roberto Maluf - UFLA

ABSTRACT

LIBÂNIO, Ronaldo Alves. **Breeding sweet pepper hybrids with resistance to root knot nematodes *Meloidogyne incognita***. 2005. 59p. Dissertation (Master in Crop Science), Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

The sweet pepper breeding line PIX-027F-01-09-01 bears the Me₁ allele for resistance to races 1, 2, 3 and 4 of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*, and was issued in crosses with lines PIM-003, PIM-013, PIM-016 and Myr-29. These four hybrids, presumable nematode resistance, were tested along with four susceptible hybrids of similar backgrounds and with four commercial hybrid check treatments. Evaluations were carried out in greenhouses, in soil naturally infected with *Meloidogyne incognita*. There were significant differences among treatments for all traits under study, except for early and total yields. The hybrids with higher mean fruit mass (in early and total yields) were Laser (168,3g e 206,1g) and the nematode-susceptible hybrid F₁(PIM-013xLinha-004), 167,7g e 201,4g, which also showed the highest fruit length. The hybrid with lower mean fruit mass was F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-003) with 89,7g and 101,6g for early-yield and total yield mean fruit mass, respectively; this was also the hybrid with shortest fruit length, and one of hybrids with largest fruit width. For nematode-related traits, all four hybrids with PIX-027F-01-09-01 as a common parent were indeed more resistant to *M. incognita* than their susceptible counterparts with line-004 (susceptible) as parent. The commercial hybrid checks were higher in mean fruit mass, fruit length, fruit width, fruit shape score and gall index, than the mean of the 8 experimental hybrids. Data support the hypothesis that the deployment of F₁ hybrids, heterozygous for the Me₁ allele, is efficient towards reducing nematode incidence.

¹ Committee advisor: Luiz Antonio Augusto Gomes - UFLA (Orientador); Wilson Roberto Maluf - UFLA

1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica, largamente utilizada na alimentação humana, tanto na forma “in natura” como na industrializada. Além disso, trata-se de uma cultura que emprega grande quantidade de mão-de-obra, visto que seu cultivo não é mecanizado. No Brasil, o pimentão é cultivado em todo o país, destacando-se a região sudeste com a maior área cultivada (Blat, 1999).

Destacada a importância do pimentão entre as hortaliças cultivadas comercialmente, são necessários trabalhos que busquem o aumento da produtividade e da qualidade dos frutos. Assim, diversos programas de melhoramento genético da cultura têm sido desenvolvidos visando à obtenção de melhor qualidade de fruto e maior resistência a doenças. Esses programas, em geral, buscam obter híbridos, nos quais se pode combinar caracteres importantes presentes em duas linhagens contrastantes para os caracteres em questão, numa só geração. Além disso, o emprego de híbridos traz como benefício a heterose, que se manifesta para características importantes, como produtividade, uniformidade e qualidade (Hare, 1956 e 1957).

Os híbridos de pimentão apresentam características que reúnem aumento de produtividade e, principalmente, conferem resistência a inúmeras doenças, que são fatores limitantes à produção da cultura. Entre as doenças mais importantes destacam-se a *Phytophthora capsici* e algumas viroses, como o PVY e o PepYMV, para as quais já existem alguns híbridos que apresentam resistência. Um outro problema de ocorrência comum em solos cultivados com olerícolas é a presença de nematóides, especialmente os do gênero *Meloidogyne*, causadores de galhas nas raízes, os quais podem causar elevadas perdas em hortaliças (Freire & Freire, 1978).

No caso do pimentão, apesar das cultivares normalmente utilizadas serem resistentes a *Meloidogyne javanica*, elas não são resistentes a *M. incognita*, sendo esta espécie a que ocorre com maior frequência nos campos de cultivo e estando associadas a 87% das plantas catalogadas (Freire & Freire, 1978).

O manejo dos nematóides de galhas do gênero *Meloidogyne* normalmente é feito utilizando-se métodos culturais, ou mesmo com defensivos químicos, os quais nem sempre são eficientes, oneram a cultura e, podem ainda contaminar o próprio homem e o meio ambiente. Em vista disso, ênfase tem sido dada nos programas de melhoramento para as diversas espécies vegetais, na busca pelo desenvolvimento de cultivares resistentes a este patógeno. A utilização de cultivares resistentes é um método de manejo mais seguro, tem menor custo e garante a diminuição da população do patógeno no solo.

No caso do pimentão torna-se importante o desenvolvimento de materiais comerciais que sejam resistentes não só ao *Meloidogyne javanica*, mas também ao *Meloidogyne incognita*. Assim, os objetivos deste trabalho foram a obtenção e a avaliação de híbridos de pimentão, em que se utilizou como um dos parentais, uma linhagem resistente ao *Meloidogyne incognita* e, ainda, verificar a viabilidade de sua utilização no controle do nematóide.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gênero *Capsicum*

Todas as espécies do gênero *Capsicum*, exceto o *C. anomalum*, são originárias da América Tropical. Uma porção importante do gênero *Capsicum* se originou em uma área principal na Bolívia com subsequente migração aos Andes e terras baixas da Amazônia, acompanhada por dispersão e especiação. A espécie *C. chacoense*, ou um ancestral seu, deu origem a dois grupos distintos de flores brancas e a um outro de flores purpúreas. O grupo de flores purpúreas (*C. eximium*) migrou para terras altas dos Andes e, como consequência, originou em uma seleção direcional que determinou o *C. cardenasi* por efeito fundador e o *C. pubescens* como espécie domesticada. O grupo de flores brancas migrou para fora da área principal, pelas águas do rio Mizque, originando *C. baccatum*, no sul da Bolívia. A forma silvestre continuaria migrando pelas águas dos rios locais e, na úmida Bacia Amazônica, daria origem ao ancestral silvestre do complexo *C. annuum* (McLeod et al., 1982, citados por Nuez et al., 1996).

O processo de domesticação parece ter ocorrido de maneira independente em diferentes regiões da América Latina. Acredita-se que *C. pubescens* e *C. baccatum* tenham sido domesticadas na Bolívia, *C. chinense* na Amazônia e *C. annuum* no México. Restos arqueológicos domesticados de *Capsicum* têm sido encontrados em sítios arqueológicos no Peru e datados de até 8500 a.C., o que faz do gênero *Capsicum* um dos primeiros gêneros a ter plantas domesticadas na América do Sul. No México, os restos arqueológicos mais antigos de pimenta que se têm encontrado datam de 6500 a.C. (Nuez et al., 1996).

Em meados do século XVI, já se plantava *C. annuum* na Índia, levada para o Oriente Médio pelos colonizadores espanhóis, por ser mais ardida e por ser uma alternativa mais barata que a pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) cujo

monopólio sobre a comercialização era dos portugueses. Naquele mesmo século já se podiam encontrar pimentas de outras espécies do gênero *Capsicum* na Europa e na África (*C. frutescens* e *C. chinense*, principalmente) e no século seguinte, já estavam presentes na Oceania. Eram utilizadas não só como tempero para os alimentos, mas também como conservante dos mesmos para evitar parasitas intestinais. Portanto, comparada a outras solanáceas, hoje importantes na alimentação humana, como, por exemplo, o tomate e a batata, os quais foram cultivados exclusivamente como ornamentais logo após as suas respectivas introduções na Europa, a pimenta foi aceita e difundida, de maneira muito mais rápida, entre os povos europeus e seus vizinhos asiáticos e africanos (Casali & Couto, 1984; Nuez et al., 1996).

O nome científico do gênero *Capsicum* deriva do grego; segundo alguns autores, vem de *kapso* (picar), segundo outros, de *kapsakes* (cápsula) e a palavra pimenta aparece na língua castelhana no século XIII, derivada do latim *pigmenta*, plural de *pigmentum*, corante (Nuez et al., 1996).

A taxonomia dentro do gênero *Capsicum* é complexa, devido à grande variabilidade de formas existentes nas espécies cultivadas e à diversidade de critérios utilizados na classificação. Pelo menos 30 espécies diferentes são reconhecidas. Cinco espécies são aceitas como cultivadas: *C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*, das quais apenas a última não é cultivada no Brasil (Bosland & Votava, 2000; Casali & Couto, 1984; Nuez et al., 1996).

A espécie *C. annum* é a mais cultivada e a que apresenta a maior variabilidade (Casali & Couto, 1984). Dois diferentes produtos olerícolas pertencem a esta espécie: a pimenta e o pimentão, este último originado, provavelmente, de uma mutação espontânea da primeira. As demais espécies possuem apenas as pimentas, sendo estas, na maior parte dos casos, pungentes.

O sistema reprodutivo no gênero *Capsicum* varia consideravelmente com a espécie e a variedade. Nas formas não domesticadas e nas domesticadas de frutos pequenos, geralmente o estigma se posiciona acima das anteras, fazendo prevalecer a alogamia. A presença de nectários também indica uma adaptação filogenética à alogamia mediante polinização entomófila. Nas outras formas, o estilo costuma ser mais curto, com um alto grau de autogamia (Nuez et al., 1996). A taxa de cruzamento no gênero *Capsicum* varia de 2% a 90% (Pickergill, 1997).

2.1.1 Botânica e cultivares

A espécie botânica *Capsicum annuum* é uma solanácea perene, porém, é cultivada como planta anual. Ela é originária do Continente Americano, ocorrendo variadas formas silvestres desde o sul dos Estados Unidos até o norte do Chile, em regiões de temperaturas amenas ou elevadas.

De acordo com Filgueira (2003), séculos antes da colonização espanhola, o pimentão e a pimenta já eram cultivados e consumidos pelos indígenas. O pimentão foi introduzido na Espanha em 1493, de onde expandiu-se, ao longo do século XVI, para outras nações da Europa, Ásia e África.

A planta é arbustiva, atingindo 50-80 cm de altura, nas nossas condições. É cultivada como planta anual, porém, pode permanecer como planta semi-perene, na ausência de patógenos, especialmente viroses; nesse caso, pode ultrapassar 180cm, como na Holanda, em casa de vegetação. As flores são hermafroditas, sendo a cultura normalmente auto-polinizada; também ocorre polinização cruzada, inclusive com pimentas, podendo a taxa de cruzamento atingir 36%, dependendo dos insetos polinizadores atuantes. As raízes atingem 100cm de profundidade. A planta é de origem latino-americana, sendo as suas formas selvagens encontradas do norte do Chile até o México (Filgueira, 2003).

O fruto é uma baga oca, de formato alongado ou cúbico. A coloração pode ser vermelha, amarela ou outras cores, quando colhido em estágio de completo amadurecimento. O pericarpo espessado constitui a parte utilizável. Em pimentão não há o sabor picante – característico das diversas pimentas do gênero *Capsicum* – devido à ausência do alcalóide capsaicina (nome derivado do gênero). Entretanto, em culturas de pimentão e pimenta conduzidas próximas uma das outras, pode ocorrer polinização cruzada, resultando em pimentões apresentando pungência indesejável.

Quando consumidos verdes e crus, os pimentões são a hortaliça de maior riqueza em vitamina C – até 180mg, em 100g – ultrapassando o teor de tradicionais fontes desta vitamina, como as frutas cítricas. Há também teor razoável de vitamina A, em média 420U.I. em frutos verdes, podendo atingir 7.000U.I. em pimentões maduros.

É bom o teor de vitaminas do complexo B. Quanto aos minerais relevantes para a nutrição humana, apresenta baixos teores de cálcio e teores mais substanciais de ferro e fósforo (Filgueira, 1982 ; 2000).

2.2 Heterose e híbridos de pimentão

O termo heterose é empregado para descrever a ocorrência de um aumento no valor de um caráter quantitativo em híbridos de plantas ou animais. Comumente, a heterose também é denominada de vigor híbrido.

A heterose se manifesta quando o caráter avaliado no híbrido é maior (heterose positiva) ou menor (heterose negativa) do que a média dos genitores. Na prática, é mais comum o cálculo da heterose em relação ao genitor superior (heterobeltiose) ou a uma cultivar de importância econômica (heterose-padrão).

Em hortaliças, tem sido possível explorar a heterose em espécies alógamas, como melão, melancia, abóbora, pepino, couve-flor, brócolos, repolho, cenoura e cebola (Pearson, 1983), assim como em autógamias, como

tomate (Miranda, 1978), pimentão (Ikuta & Vencovsky, 1970) e berinjela (Ikuta, 1961).

O valor da heterose produzida em um cruzamento entre dois genitores depende da diferença gênica entre os mesmos para os locos envolvidos na expressão de uma determinada característica. Não havendo esta diferença, não ocorrerá heterose. Se esta diferença existir em mais de um loco, os valores individuais de cada um destes locos se combinarão e a heterose produzida poderá ser representada pelo efeito conjunto de todos os locos como a soma de suas contribuições separadas. Para que ocorra heterose é necessário que exista dominância, pois locos sem dominância não geram heterose. Se alguns locos forem dominantes em uma direção e outros e em outra, seus efeitos tenderão a se cancelar e nenhuma heterose poderá ser observada, apesar da dominância nos locos individuais (Falconer, 1987).

Em *Capsicum annuum* propriamente dito, Ikuta & Venkovsky (1970) e Ikuta (1971) verificaram que o pimentão apresenta vigor de híbrido e que, portanto, é possível produzir híbridos mais produtivos do que cultivares de polinização aberta.

A diversidade genética entre linhagens e ou cultivares é de grande importância para os programas de melhoramento. Isso porque, para que o processo de seleção tenha sucesso, é necessário que a base genética seja ampla para que possa de fato ser possível expressar, em maior ou menor grau, o valor genotípico dos genitores e das suas combinações híbridas.

Segundo Falconer & Mackay (1996), uma das formas de demonstrar a magnitude da heterose manifestada num cruzamento entre dois genitores é multiplicar a diferença da frequência alélica destes pelo desvio da dominância do caráter sob análise, possibilitando, assim, associar a divergência genética com a heterose.

Para Fher (1987), as hipóteses que explicam a heterose são a de dominância (parcial ou completa) e a de sobredominância (atribuída ao fato do valor do heterozigoto ser maior que do homozigoto). No primeiro caso, a explicação para a heterose estaria na acumulação de alelos dominantes favoráveis em diferentes locos e, no segundo caso, uma interação entre diferentes alelos de maneira que o resultado final favoreça a condição heterozigota (Paterniani, 1974).

Em geral, o termo heterose tem sido utilizado para denotar o aumento no tamanho, vigor, crescimento e rendimento que se observa em certas combinações híbridas em função da presença de alelos com efeitos aditivos e ou não aditivos (dominância e/ou epistasia). Embora seja há muito tempo explorada entre as espécies alógamas, ultimamente, a heterose tem se mostrado importante também entre as espécies autógamias (Holland, 2001).

Devido à forma e à dificuldade de detectar a presença e magnitude da epistasia, muitos dos desvios de dominância, expressos na heterose, podem ser consequência de efeitos epistáticos, pois variâncias epistáticas podem ocorrer simultaneamente com variâncias aditivas e dominantes. O conhecimento dos sistemas gênicos que controlam os caracteres conduz à maior eficiência na escolha adequada dos métodos de melhoramento e seleção (Miranda, 1987). Assim, na escolha dos genitores para a obtenção de híbridos, os efeitos aditivos e não aditivos devem ser considerados, pois o comportamento de uma combinação híbrida para muitos dos caracteres desejáveis difere da performance dos genitores.

A importância significativa dos efeitos epistáticos tem sido verificada para muitas espécies autógamias, incluindo: trigo (Busch et al. 1974; Cregam & Busch, 1978), soja (Hanson et al. 1967; Orf et al. 1999), aveia (Pixley & Frey, 1991; Stuthman & Stucker, 1975), arroz (Gravois, 1994), amendoim (Upadhyaya & Nigam, 1998), fumo (Humphrey et al. 1969), tomate (deVicente

& Tanksley, 1993; Esed & Zamir, 1996, citados por Holland (2001), também em berinjela (Silva, 1999) e em pimentão (Miranda, 1987; Tavares, 1993; Tavares & Maluf, 1994; Innecco, 1995; Soares, 1995; Blank, 1997; Bonetti, 2002). No caso do pimentão, o emprego de diferentes metodologias como as análises dialélicas, tem permitido a observação de efeitos significativos da heterose atribuída possivelmente a efeitos epistáticos, pois a simples dominância não é uma explicação adequada da não aditividade expressa em determinados cruzamentos. Assim, na literatura, os tipos de efeitos gênicos encontrados para os diferentes caracteres variam em função de diferentes fatores, podendo-se citar os genitores utilizados e a taxa de seleção aplicada.

A divergência genética entre os genitores é de extrema importância para o vigor híbrido, uma vez que, quanto mais distintos forem os genitores maior probabilidade terão de contribuir com alelos favoráveis. Assim, a manutenção e a utilização de padrões heteróticos em pimentão são de extrema importância para se detectar as combinações híbridas desejáveis (Soares, 1995).

Pesquisas têm demonstrado que ocorre heterose para a maioria dos caracteres quantitativos estudados no pimentão. Dentre eles, os componentes da produção de frutos (rendimento e qualidade) têm sido os mais importantes (Melo 1997).

Heterose positiva para produção na cultura do pimentão foi obtida em trabalho pioneiro de Schraeder (1946), citado por Tavares (1993), para os híbridos (Amarelo gigante x Doce comprido) e (Doce comprido x California Wonder). Ciklew (1966) obteve valores positivos de 108% e 14% para produção precoce e produção total de frutos, respectivamente. Em outro trabalho, Gill et al. (1973) constataram que a heterose das combinações híbridas era diretamente proporcional ao grau de diversidade genética dos genitores.

Ao avaliar a produção e os números de frutos por planta, Ikuta & Vencovsky (1970) observaram acentuada heterose para produção por planta em

relação às cultivares de polinização aberta. Para altura de planta, heterose positiva foi relatada por Popova & Mihailov (1976), citados por Melo (1997), Braz (1982) e Galvêas (1988). Além dos já citados, diversos trabalhos com heterose expressiva em pimentão podem ser encontrados na literatura (Miranda, 1987; Galvêas, 1988; Tavares, 1994; Innecco, 1995; Soares, 1995; Oliveira, 1997; Blank, 1997; Bonetti, 2002).

Segundo Melo (1997), outros caracteres contribuem para a produção total de frutos de pimentão, tais como: tamanho (comprimento e largura), peso do fruto, espessura da casca, altura da planta, número de ramificações por planta, porcentagem de matéria seca, volume do sistema radicular, número de folhas, período de colheita e tratos culturais. Porém, nem todas as combinações híbridas exibem heterose para os caracteres altamente desejáveis, principalmente quando são obtidas a partir de genitores relacionados geneticamente. Diante destes aspectos, as linhagens L-004 e L-006 têm se mostrado boas testadoras para os mais diferentes caracteres de interesse, conforme se observa nos trabalhos de Tavares (1993), Innecco (1995), Blank (1997) e Bonetti (2002).

A base genética da heterose é, provavelmente, mais complexa do que qualquer explicação possível de ser fornecida superficialmente, tanto que, para ser quantificada, deve ser acompanhada de um modelo genético-estatístico próprio (Holland, 2001). Considerando estes aspectos, cada combinação híbrida apresenta uma magnitude diferenciada de heterose resultante da interação de diversos fatores genéticos expressos nas combinações híbridas específicas para os mais diferentes caracteres.

O pimentão foi introduzido no Brasil, provavelmente, na década de 1920, pelo agricultor Carlos Junger, em Mogi das Cruzes, SP. Dessa população inicial, foram feitas várias seleções, das quais originaram-se cultivares de polinização aberta, plantadas por muito tempo pelos agricultores. Em geral, devido à forma como foram introduzidas e domesticadas, as populações

nacionais apresentavam base genética reduzida, o que dificultava o melhoramento intrapopulacional e a exploração de combinações híbridas (Casali, 1980 e Miranda, 1987, citados por Nascimento, 2002).

O desempenho médio dos híbridos é o parâmetro de maior interesse quando de sua obtenção (Cruz & Regazzi, 1994). Os fatores genéticos que determinam esse desempenho envolvem desvios de dominância dos caracteres, diferenças de frequências alélicas entre os genitores, efeitos gênicos de natureza aditiva, além dos efeitos epistáticos (Falconer & Mackay, 1996). Nesse sentido, a hibridação de genitores divergentes tem permitido um maior efeito heterótico nas combinações híbridas, devido às diferenças de frequências alélicas entre os pais e ao fenômeno de complementação gênica que, por sua vez, está associado à heterose e à capacidade específica de combinação (Ghaderi et al., 1984).

Schraeder (1946), citado por Nascimento (2002), foi o primeiro pesquisador a obter e testar híbridos F₁ de pimentão no Brasil, observando efeito heterótico em apenas dois dos vários híbridos testados.

O trabalho de Miranda (1987), no entanto, foi o marco decisivo na comprovação da existência de heterose economicamente viável em combinações híbridas para esta espécie no Brasil. Este pesquisador demonstrou que o desenvolvimento de híbridos comerciais heteróticos é a forma mais rápida e eficaz de melhoramento de pimentão.

As vantagens na utilização de híbridos de pimentão estão fundamentadas na combinação de diferentes caracteres qualitativos e quantitativos, como, por exemplo, a reunião, no híbrido, de genes de resistência às diferentes doenças que se encontram separados nos genitores envolvidos, o que propicia uma maior homeostase e a possibilidade de exploração da heterose para caracteres importantes, como produtividade e qualidade do produto final.

2.3 Importância dos nematóides

Nematóides de plantas são vermes microscópicos, alongados, finos nas extremidades, medindo de 0,5 a 4,0mm de comprimento. Em alguns gêneros comumente associados a raízes de plantas, como é o caso de *Meloidogyne*, a fêmea adulta toma a forma de pêra ou de limão. Podem ser endoparasitas, quando penetram no tecido da planta e passam parte do seu ciclo de vida dentro dos tecidos da hospedeira, ou ectoparasita, quando estão sempre em contato com o solo, introduzindo somente o seu estilete nas células da raiz. *Meloidogyne* é o gênero que pode provocar maiores danos em pimentão (Lopes, 2003).

Os nematóides são muito dependentes das condições do solo, principalmente da temperatura, umidade, aeração e composições química e microbiana. São disseminados passivamente pela água e juntos com porções de solo aderidas às máquinas, animais, equipamentos e mudas. Partes infectadas de plantas usadas como material propagativo também podem disseminar os nematóides a longas distâncias (Lopes, 2003).

Os nematóides que atacam as raízes geralmente provocam os sintomas similares aos da deficiência mineral. Isso acontece porque a absorção de nutrientes é dificultada em razão dos danos no sistema (Lopes, 2003).

Os fitonematóides são responsáveis por perdas equivalentes a 12,3% da produção mundial de alimentos, acarretando prejuízos estimados em 100 bilhões de dólares anualmente (Sasser & Freckman, 1987). De acordo com uma estimativa, nos Estados Unidos, a olericultura sofre de 10% a 20% de perda anual por causa dos fitonematóides (Jensem, 1972, citado por Peixoto, 1995). Segundo Sasser (1979), 23% da produção de hortaliças são perdidos devido ao ataque de fitonematóides. As perdas na produção variam de suaves até a destruição total. Entre os fitonematóides, destacam-se os causadores de galhas do gênero *Meloidogyne*, responsáveis por grandes prejuízos à agricultura. Segundo Ferraz & Mendes (1992), em um relatório sobre a posição, o progresso

e a necessidade de pesquisa para *Meloidogyne* no Brasil, no Projeto Internacional de Meloidogyne (IMP), 70% de todos os trabalhos publicados em nematologia no Brasil são direcionados para *Meloidogyne*, o que dá uma indicação da grande importância desse gênero em nossa agricultura.

No gênero *Meloidogyne*, existem mais de 69 espécies, porém, 4 delas têm grande distribuição nos países tropicais e alta disseminação nas regiões olerícolas (Taylor & Sasser, 1978), com grandes prejuízos econômicos em todo o mundo (Sasser & Triantaphyllou, 1997; Taylor & Sasser, 1978 e Sasser, 1979). Entre estas, destacam-se, como nocivas à agricultura brasileira, as espécies *M. incognita* e *M. javanica*. Os principais danos causados por estas espécies são: atacam diversas culturas de importância econômica, mesmo em terrenos recém-desbravados; apresentam ampla distribuição geográfica no Brasil; apresentam dificuldade de controle e, finalmente, o fato de associarem-se a outros patógenos, formando complexos de doenças, aumentando, assim, os danos e prejuízos às culturas (Lordello, 1988).

A espécie *M. incognita* ocorre com maior frequência nos campos de cultura, estando associada a 87% das plantas catalogadas (Freire & Freire, 1978), incluindo a do pimentão, considerada uma das plantas hospedeiras (Ponte & Castro, 1975, citado por Peixoto, 1995).

O controle desses organismos é difícil, muitas vezes oneroso e, via de regra, depende da identificação precisa da espécie. A identificação rotineira das espécies de *Meloidogyne* é baseada na análise da configuração perineal e tem sido ineficaz diante da considerável variação intra-específica. Diante disso, vários pesquisadores têm procurado alternativas para a sua identificação segura. Os esforços iniciais foram direcionados para métodos bioquímicos (Hussey, 1979), além de estudos morfológicos mais detalhados, utilizando-se a microscopia eletrônica de varredura (Wergin, 1981).

Mais recentemente, a análise de isoenzimas tem mostrado grande valor taxonômico (Eisenback & Triantaphyllou, 1991).

Muitos produtores consideram normais as raízes com galhas provocadas por *Meloidogyne spp.* Muitas vezes, essas galhas não são vistas ou percebidas, o que mascara a ampla disseminação e a ocorrência desses patógenos nas áreas agrícolas, notadamente nas hortaliças. Decorrem daí, a baixa produtividade e a redução no estande, erroneamente atribuídas a solos empobrecidos ou cansados (Lima, 1985).

Em resumo, a presença do nematóide na cultura causa perdas quantitativas e qualitativas, contribuindo para um maior custo de produção. As perdas quantitativas são observadas com relação à produtividade, em que parasitas predispõem a menor eficiência do sistema radicular para a realização de suas funções de absorção e condução de nutrientes. Tem-se, com isso, uma baixa eficiência nutricional, o que gera gastos adicionais com fertilizantes químicos. Os gastos com defensivos tendem a aumentar na presença dos nematóides, pois, além destes, pode-se ter o ataque de outros microrganismos, favorecidos pela sua presença. Estes gastos com insumos (fertilizantes e defensivos agrícolas) acabam por gerar um custo extra no produto final (Lordello, 1988). As perdas qualitativas na cultura, observadas principalmente pela diminuição do tamanho dos frutos, geram uma classificação inferior do produto no mercado, além de reduzirem os preços e dificultarem a sua comercialização.

O plantio consecutivo de culturas, especialmente as anuais, suscetíveis aos nematóides na mesma área e em clima tropical, pode resultar em um aumento no nível populacional dos parasitas no solo além do limite tido como tolerável por várias dessas culturas, tornando problemática a utilização futura da área para as atividades agrícolas (Novaretti et al., 1976; Krzyzanowski, 1977). Em plantas olerícolas, a infestação pode ocorrer já na sementeira, agravando

ainda mais o problema dos parasitas, provocando grandes perdas na produção final, porque o desenvolvimento das plantas é afetado desde o início (Krzyzanowski, 1997).

O nematóide *Meloidogyne incognita* ocorre com maior intensidade durante o período mais quente do ano, já que altas temperaturas (acima de 27°C) favorecem a multiplicação do patógeno, necessária para a ocorrência de infecções secundárias.

A doença causada pelo *M. incognita* é mais severa em solos arenosos. Ela pode se tornar limitante quando o pimentão é plantado excessivamente na mesma área, como geralmente acontece em cultivo protegido, ou quando se faz rotação com outra cultura suscetível, como feijão-de-vagem, quiabo e tomate (Lopes, 2003).

A doença se manifesta, normalmente, em reboleiras. As plantas afetadas apresentam sintomas que sugerem a deficiência de água e de nutrientes, ou seja, desenvolvimento abaixo do normal, amarelecimento das folhas e murcha. Estes sintomas se devem à formação de galhas (engrossamentos) e apodrecimento das raízes (Lopes, 2003).

2.3.1 Raças fisiológicas

Uma vez que a resistência às raças de nematóides do gênero *Meloidogyne* pode ser específica (Fassuliotis, 1979), o reconhecimento, principalmente das existentes em *M. incognita* (Taylor & Sasser, 1978), se torna fundamental.

Segundo Teixeira & Moura (1983a), citados por Peixoto (1995), numa coleção de dezenove populações de nematóides, foram identificadas raças fisiológicas de *M. incognita*, tendo a raça 2 sido a mais freqüente, caracterizada por 10 populações, seguida da raça 1, caracterizada por em sete populações.

Em experimentos conduzidos em casa de vegetação, Teixeira & Moura (1983) estudaram a patogenicidade de três raças de *M. incognita* a alguns hospedeiros tidos como desfavoráveis a esta espécie, como caupi, cultivar Seridó, milho Azteca, amendoim cultivar IPEAL-67 e o tomateiro cultivar IPA-1. O tomateiro tipo Santa Cruz foi incluído como padrão de susceptibilidade. As populações das raças 1, 2 e 3 foram caracterizadas por meio do tomateiro Santa Cruz, fumo NC-95 e do algodão Deltapine-16, respectivamente. Todas as raças testadas reproduziram-se abundantemente em tomateiro cultivar Santa Cruz e nenhuma se reproduziu em amendoim. A raça 2 mostrou-se mais agressiva em relação ao Caupi e tomateiro IPA-1, porém, a raça 3 mostrou-se mais agressiva ao milho. Taylor & Sasser (1978) definiram as raças de *M. incognita* e de *M. arenaria* baseando-se em reações nas seguintes espécies vegetais: fumo NC-95, algodão Deltapine-16, pimentão Califórnia Wonder, melancia Charleston Gray, amendoim Florunner e tomate Rutgers, tido como hospedeiros diferenciais. Para *M. incognita*, as cultivares NC 95 de fumo e Deltapine-16 de algodão definem 4 raças. Dessa forma, a raça 1 de *M. incognita* não se reproduz em fumo e algodão; a raça 2 reproduz-se apenas em fumo; a raça 3 reproduz-se apenas em algodão e, finalmente, a raça 4 que reproduz-se em ambos, fumo e algodão. Em *M. arenaria* foram descritas duas raças, enquanto *M. javanica* e *M. hapla* não possuem raças até o momento descritas.

2.3.2 Controle de nematóides

Considerado como uma das medidas de controle aos fitonematóides, o processo curativo inclui o uso de produtos químicos, como nematicidas ou inseticidas-nematicidas que, além de elevarem os custos do produto colhido, ainda trazem outros inconvenientes, como a poluição ambiental. No caso do pimentão, em especial, usa-se como medida de controle a prevenção. Entre outras medidas de caráter preventivo, adotam-se a rotação de culturas, as plantas

tóxicas aos nematóides, o uso de grandes quantidades de matéria orgânica, arações profundas visando expor as camadas mais inferiores do solo e a inundação da área. Di Vito et al., (1985), constataram que a população de nematóides declinou rapidamente após a colheita e a eliminação das plantas de pimentão suscetíveis e somente 13% e 6,5% dos ovos e juvenis de *Meloidogyne incognita* foram detectados no solo após 1 e 6 meses, respectivamente.

O uso de material resistente é o método mais eficaz e menos oneroso contra os nematóides. O uso de cultivares resistentes que inibem a reprodução do parasita é o mais eficiente e não causa danos ao meio ambiente, especialmente em hortaliças para as quais muitos genes de resistência foram descritos (Fassuliotis, 1979; Sasaki, 1988). O uso de cultivares e de híbridos F₁ ou não, bastante produtivos e geneticamente resistentes a patógenos, inclusive nematóides e às pragas, é uma alternativa, segundo pesquisadores, técnicos e agricultores.

2.3.3 Mecanismos de resistência aos nematóides

A resistência a nematóides pode ser definida pelo índice de reprodutividade do parasita (Taylor & Sasser, 1978). No entanto, para uma completa avaliação da relação planta x parasita, há necessidade de mensuração de um outro fator, qual seja, o dano causado pelo nematóide à planta (Canto-Saénz, 1985).

Os mecanismos envolvidos na resistência das plantas aos nematóides causadores de galhas nas raízes têm sido recentemente revisados por muitos pesquisadores. Estes mecanismos são variados, envolvendo períodos estabelecidos antes, durante e depois da penetração do nematóide. Essa resistência pode ser definida por uma série de características do hospedeiro, prejudiciais ao parasita e que podem manifestar-se no ambiente do solo e na planta. Nessa última, é condicionada por barreiras mecânicas, fisiológicas ou

químicas, que impedem o contato ou invasão dos seus tecidos pelo nematóide ou mesmo por reações nos tecidos, manifestadas por certas plantas e que resultam em alterações morfológicas e fisiológicas como resposta à infecção (Silva et al., 1989).

A atração das larvas de nematóide pelas raízes é um importante mecanismo fisiológico que depende da planta e da natureza do estímulo que se difunde pela rizosfera (Ortefa & Elgendi, citados por Silva et al., 1989). Existem evidências da atração dos nematóides pelo hospedeiro, preferencialmente para os mais susceptíveis (Prot & Wallace, citados por Silva et al., 1989). Por conseguinte, a resistência aos nematóides pode ser em decorrência da pouca atração de larvas e do prolongamento do tempo de desenvolvimento do nematóide até o estágio adulto.

Muitas plantas alteram o ciclo de vida e a reprodução dos nematóides (Silva et al., 1989). Tem sido postulado que a resistência, nesses casos, deve-se à incapacidade do hospedeiro em fornecer alguns nutrientes essenciais à reprodução e, mesmo, à sobrevivência dos nematóides (Silva et al., 1989).

Anwar et al. (1994) estudaram a invasão, o desenvolvimento e a fecundidade de *M. incognita* em seis espécies de plantas. Entre elas, o tomate foi considerado mais suscetível, contendo maior número de nematóides e suportando altas taxas de multiplicação. O milho e o pimentão apresentaram interações intermediárias com os nematóides. Nestes, a invasão foi menor e o desenvolvimento mais vagaroso, e uma menor proporção de fêmeas atingiu a maturidade, diminuído, assim, sua fecundidade.

Certas respostas das plantas aos nematóides são definidas por Sasser & Carter (1985), citados por Canto-Saénz (1985), como: a) não-hospedeiras são aquelas com resistência pré-infeccional ou resistência passiva condicionada por barreiras fisiológicas e químicas; b) imunes são as plantas capazes de impedir a infecção, não ocorrendo nenhuma expressão da doença; c) resistentes são

aquelas que não impedem a entrada do parasita, porém, são capazes de impedir, limitar ou retardar o seu desenvolvimento ou podem impedir a penetração do parasita na fase jovem; d) tolerantes são aquelas que crescem, desenvolvem-se e produzem economicamente, mesmo em altas populações do patógeno.

Há maior penetração do nematóide em plantas susceptíveis do que em resistentes (Sasser, 1954). Huang (1985), relatou que plantas resistentes geralmente têm menor número de nematóides do que plantas susceptíveis, não se sabendo, ao certo, se isto é resultante do efeito na superfície da raiz ou outro agente qualquer.

O Projeto Internacional de Meloidogyne (IMP) apontou a ocorrência, num grande número de plantas, de compostos tóxicos aos nematóides das galhas, como os compostos fenólicos, os quais estão envolvidos na formação de necroses e lesões e que têm sido freqüentemente sugeridos como responsáveis pela resistência de plantas a esses patógenos (Sasser, 1985, citado por Huang, 1985). Outro composto, segundo Paxton (1985), citado por Huang (1985), é formado pelas fitoalexinas que têm baixo peso molecular e que são sintetizadas e acumuladas nas plantas em geral depois da exposição a microrganismos. Embora não haja evidência que comprove que elas sejam o fator primário na resistência ao parasita, a maioria das fitoalexinas tem forte atividade microbiana.

Assim, deve ser considerado como relevante o seu papel em inibir a invasão de microrganismos e também o de prevenir o desenvolvimento das doenças.

2.4 Resistência a nematóides em pimentão

A variabilidade para resistência aos nematóides causadores de galhas nas raízes está presente em grande maioria das espécies cultivadas. Sasser e Kirby (1979), identificaram entre as plantas cultivadas, treze famílias botânicas,

das quais mais de 450 cultivares apresentavam resistência a pelo menos uma espécie de *Meloidogyne*.

Em *Capsicum annuum* L., datam da década de 1950 os primeiros trabalhos, como os de Hare (1956 ; 1957), que tratam da resistência a *Meloidogyne* nesta espécie.

Hendy et al., (1983) identificaram duas importantes fontes de resistência, eficazes contra uma gama de populações pertencentes às três principais espécies de *Meloidogyne*, ou seja, *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*. Essas fontes constituem-se dos acessos de *Capsicum annuum* PM-217 e PM-687, ambos de frutos pungentes, sendo o primeiro, provavelmente, da América e o segundo da Índia. Em 1985, os mesmos autores estudaram a herança desta resistência por meio do cruzamento com a cultivar Yolo Wonder. Os estudos revelaram a existência de dois diferentes genes em PM-217, o Me₁, que confere resistência a *M. incognita*; *arenaria* e *javanica*, porém, não confere resistência ao isolado “Seville”, e o Me₂, que confere resistência a *M. javanica* e ao isolado “Seville”. Em PM-687, foram encontrados também dois genes, o Me₃ que confere resistência a *M. incognita*, *arenaria* e *javanica*, à exceção do isolado “Ain Taujadate”, além do Me₄, o qual confere resistência somente a este isolado.

Pouco depois, Fery et al. (1986), encontraram alta resistência na cultura de pimenta cv. Carolina Cayenne ao *Meloidogyne incognita*. Este material é derivado da população Carolina Hot, tendo, no campo, as raízes de Carolina Cayenne produzido 99,7% menos ovos de *M. incognita* por grama do que as linhas suscetíveis também extraídas de Carolina Hot. Já em 1996, Fery e Oukes, ao estudarem a herança da resistência da pimenta cv. Carolina Cayenne à *Meloidogyne incognita* raça 3, observaram que a reação de resistência é determinada por dois genes, sendo um dominante e um recessivo, sendo o dominante alélico ao gene N, descrito por Hare (1957). Este gene havia sido

introduzido no genótipo “Mississippi Nemaheart”, tendo a cv. Carolina Cayenne se mostrou mais resistente que o próprio Mississippi Nemaheart, fato que os autores atribuíram à provável presença de um segundo alelo para resistência em Caroline Cayenne.

No Brasil, poucos ainda têm sido os trabalhos visando à estudar e, mesmo, desenvolver materiais resistentes a nematóides, no caso de pimentão. Maluf et al, (1989), ao avaliarem oito genótipos de pimentão para resistência às raças 2 e 4 de *M. incognita*, verificaram que as cultivares Margareth, Agrônômico 8, Agrônômico 10G, Ikeda e Yolo Wonder foram suscetíveis às duas raças, e que as introduções PM 217 e PM 687 mostraram-se resistentes.

Posteriormente, Peixoto (1995) trabalhou com estas linhagens derivadas das introduções, PM 217 e PM 687, estudando a resistência ao *Meloidogyne incognita* raças 1, 2, 3 e 4 e também ao *Meloidogyne javanica*. Seu trabalho confirmou a resistência proveniente destas introduções e verificou que o alelo Me₁, proveniente de Pm 217 e o alelo Me₃, proveniente de PM 687, são efetivos para controlar a resistência às raças 1,2,3 e 4 de *M. incognita* e *Meloidogyne javanica*, tanto em homozigose como em heterozigose em híbridos F₁. Verificou ainda que todos os genótipos apresentaram resistência a *M. javanica*, indicando uma possível ubiquidade do gene Me₅ de Yolo Wonder também nas introduções estudadas.

Também no Brasil, Souza Sobrinho (1988) estudou a herança da resistência da pimenta cv. Carolina Cayenne à raça 2 de *Meloidogyne incognita* e verificou que a herança é monogênica, com efeito predominantemente aditivo, em que as altas estimativas obtidas para a herdabilidade, tanto no sentido amplo como restrito, dão suporte a esse resultado, evidenciando a possibilidade de sucesso com seleção a partir da geração F₂. O autor comenta, ainda, que, neste caso, devido à predominância de efeitos aditivos, o ideal seria a introdução do alelo de resistência nas duas linhagens parentais para a obtenção de um híbrido

resistente. Introduzindo-se o alelo em apenas um dos pais, o híbrido, provavelmente, teria um grau de resistência intermediário que poderia ou não mostrar-se efetivo no controle dos nematóides.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação na HortiAgro Sementes Ltda., em Ijaci, Minas Gerais. O município de Ijaci está situado na região sul de Minas, a uma altitude de 920m, sob as coordenadas 21°14'16'' de latitude Sul e a 45°08'00'' de longitude. As temperaturas médias anuais são de 18°C a 25°C. A estação chuvosa dura aproximadamente cinco meses e a média de precipitação varia de 1.100 a 2.000mm (Nascimento, 2002).

3.1 Material genético utilizado

A partir do cruzamento inicial entre o acesso PM-217 (portador do gene *Me₁*, o qual confere resistência a *Meloidogyne incognita* raças 1, 2, 3 e 4 e a *Meloidogyne javanica*) e a cultivar Margareth, foram feitos posteriormente dois retrocruzamentos para a cultivar Magda e, finalmente, três retrocruzamentos para a Linha-004. Após cada retrocruzamento citado, era obtida a população F₂ correspondente, que era inoculada com isolado de *Meloidogyne incognita* para obtenção de plantas resistentes, as quais eram utilizadas no retrocruzamento subsequente. Trinta e sete linhagens assim obtidas foram avaliadas quanto à resistência a *M. incognita*, tendo sido identificada como resistente homozigota a linhagem PIX-027F-01-09-01, que foi utilizada neste estudo como genitor na obtenção de híbridos experimentais resistentes a *M. incognita*.

Linha PIM-003-linhagem obtida a partir da autofecundação de plantas da cultivar Ikeda.

Linha PIM-013-linhagem elite do programa de melhoramento do professor Wilson Roberto Maluf.

Linha PIM-016-linhagem elite do programa de melhoramento do professor Wilson Roberto Maluf.

Linha-004-linhagem elite do programa de melhoramento do Prof. Wilson Roberto Maluf, susceptível a nematóides, utilizado como genitor recorrente na obtenção da linhagem PIX-027F-01-09-01.

Myr-029-cultivar desenvolvida pela Watanabe Sementes, apresenta como principais características resistência ao PVY^m, atual PepYMV (Pepper Yellow Mosaic Vírus) e tolerância à *Phytophthora capsici*.

Descrição dos híbridos experimentais testados.

Híbridos experimentais provenientes do cruzamento da linhagem PIX-027F-01-09-01, com as linhagens PIM-003, PIM-013, PIM-16, Myr-29, presumivelmente resistentes a nematóides *M. incognita*:

- F₁(PIX-027F-01-09-01 x PIM-003);
- F₁(PIX-027F-01-09-01 x PIM-013);
- F₁(PIX-027F-01-09-01 x PIM-016);
- F₁(PIX-027F-01-09-01 x Myr-029).

Híbridos provenientes do cruzamento da Linha-004, com as linhagens PIM-003, PIM-013, PIM-016 e Myr-29, presumivelmente suscetíveis a nematóide *M. incognita*:

- F₁(PIM-003 x Linha-004), comercializado pela Hortec Sementes sob a denominação de Magnata Super;
- F₁(PIM-013 x Linha-004);
- F₁(PIM-016 x Linha-004);
- F₁(Myr-29 x Linha-004).

Devido ao fato de PIX-027F-01-09-01 (Me₁/Me₁, resistente a *M. incognita*), ter sido obtida após retrocruzamentos para a Linha-004 (Me₁⁺/Me₁⁺ susceptível a *M. incognita*), é razoável supor que elas possuam pelo menos

87,5% de genes em comum e que, para efeito de resistência ao nematóide de galhas, elas possam ser consideradas de backgrounds genotípicos semelhantes. Assim, suas diferentes respostas ao *M. incognita* seriam devidas basicamente às suas diferentes constituições genotípicas no loco Me_1 . Analogamente, os híbridos $F_1(\text{PIX-027F-01-09-01xPIM-003})$, $F_1(\text{PIX-027F-01-09-01xPIM-013})$, $F_1(\text{PIX-027F-01-09-01xPIM-016})$ e $F_1(\text{PIX-027F-01-09-01xMyr-29})$ corresponderiam, respectivamente aos backgrounds genotípicos dos híbridos $F_1(\text{PIM-003xLinha-004})$, $F_1(\text{PIM-013xLinha-004})$, $F_1(\text{PIM-016xLinha-004})$ e $F_1(\text{Myr-29xLinha-004})$ e suas respostas ao *M. incognita* refletiriam apenas as respostas de suas diferentes constituições genotípicas no loco Me_1 : constituição Me_1^+/Me_1 (resistente heterozigoto), para os 4 primeiros híbridos e constituição Me_1+/Me_1^+ (susceptível) para os 4 últimos.

Híbridos comerciais: testemunhas comerciais, presumivelmente suscetíveis a nematóides *M. incognita*.

Magali R – híbrido comercializado pela Sakata Sudamerica Ltda. Resistente ao PepYMV.

Laser – híbrido comercializado pela Agristar do Brasil Ltda. Resistente ao PepYMV.

Konan – híbrido comercializado pela Agristar do Brasil Ltda. Tolerante a *Phytophthora capsici*.

$F_1(\text{Myr-29xPIM-013})$, codificado experimentalmente como PIM-HE-036. Híbrido em fase inicial de comercialização pela Agristar do Brasil Ltda. Resistente a PepYMV e a *Phytophthora capsici*.

3.2 Obtenção da linhagem resistente ao nematóide *M. incognita*

Esta linhagem foi obtida a partir da avaliação de 37 linhagens, para resistência ao *Meloidogyne incognita*. Nesta avaliação utilizaram-se bandejas de isopor de 128 células, nas quais foram semeadas 40 células com cada uma das

37 linhagens, sendo duas por bandeja, 16 células com a Linha-004 (testemunha suscetível ao *M. incognita*) e 32 células com tomate cv. Santa Clara (testemunha para verificar a eficiência do inóculo).

Após a germinação, fez-se o desbaste, deixando-se uma plântula por célula. Em seguida fez-se a infestação do substrato com ovos de *M. incognita*. Para tanto utilizou-se uma suspensão de ovos, obtidos de acordo com a técnica proposta por Hussey & Barker (1973), modificada por Bonetti (1981), a partir de plantas de tomateiro suscetíveis, mantidas em casa de vegetação, em vasos previamente infestados com ovos de *Meloidogyne incognita*.

A suspensão de ovos foi injetada no substrato contido em cada uma das células da bandeja, ao lado das raízes das plântulas, utilizando-se de uma seringa veterinária. A seringa foi regulada de tal maneira que, em cada célula, injetaram-se 2ml da suspensão, na proporção de 60 ovos.ml⁻¹ de substrato.

Aos setenta dias após a infestação do substrato foi feita a avaliação do número de massas de ovos. Para tanto retirou-se cada planta da bandeja, a qual teve suas raízes lavadas cuidadosamente, ficando imersa por quinze minutos em solução 0,1% de Floxina-B, para obter-se a coloração das massas de ovos. Em seguida fez-se a contagem do número de massas de ovos de cada planta individualmente.

Somente a linhagem PIX-027F-01-09-01, entre as 37 linhagens testadas, mostrou 100% de plantas resistentes ao *M. incognita*.

A partir desta avaliação, foram selecionadas 18 plantas da linhagem PIX-027F-01-09-01, as quais mostraram-se com o menor número de galhas e ou massas de ovos. Estas, com as raízes nuas, foram imediatamente transplantadas para vasos com capacidade de 20 litros, contendo substrato à base de terra, esterco curtido e areia, na proporção de 3:1:1. Os vasos foram colocados à sombra, em casa de vegetação, até o pegamento e restabelecimento das plantas,

as quais foram utilizadas como genitor feminino na obtenção dos híbridos experimentais.

3.3 Obtenção dos híbridos experimentais

As 18 plantas anteriormente selecionadas foram assim utilizadas como genitor feminino para a obtenção dos híbridos experimentais.

Após o pleno pegamento das mudas, os vasos foram mantidos em casa de vegetação, onde as plantas foram conduzidas de acordo com o manejo preconizado para a produção de sementes híbridas de pimentão. Paralelamente foram conduzidos também da mesma forma, 12 vasos contendo cada uma das linhas PIM-003, PIM-013, PIM-016 e Myr-29, as quais foram utilizadas como linhas genitoras masculinas na obtenção dos híbridos experimentais.

À época do florescimento, no dia que antecedia a antese, as flores da linhagem PIX-027F-01-09-01 foram emasculadas, identificando-se cada flor com um pedaço de lã de cor diferente, o qual era amarrado ao pedúnculo da flor. Ao mesmo tempo, em cada uma das linhagens a serem utilizadas como linha masculina eram colhidas flores no momento da antese, as quais tinham o pólen extraído com o auxílio de um vibrador.

O pólen de cada uma das linhas utilizadas como parental masculino era então colocado diretamente no estigma de cada uma das flores previamente emasculadas, na linha feminina. Para cada parental masculino, polinizavam-se sempre flores emasculadas que tinham uma mesma cor de lã na linha feminina. Dessa forma, cada fruto a ser colhido quando maduro tinha a sua semente híbrida F_1 identificada pela cor da lã presa ao pedúnculo do mesmo.

Procedimentos análogos de emasculação e polinização foram adotados para a obtenção dos demais híbridos experimentais testados.

3.4 Avaliação dos híbridos experimentais

O experimento para a avaliação dos híbridos foi montado em casa de vegetação, no delineamento de blocos casualizados, com doze tratamentos, seis repetições e onze plantas por parcela. Para a avaliação, utilizaram-se as nove plantas centrais, eliminando-se a primeira e a última planta de cada parcela.

Inicialmente, foi feita a semeadura dos materiais em bandejas de isopor de 128 células, aos 20/10/2004, para a obtenção das mudas. Estas foram transplantadas 45 dias após em casa de vegetação, cujo solo se encontrava naturalmente infestado por *Meloidogyne incognita*. As plantas foram dispostas em fileiras individuais no espaçamento de 1.00m entre as fileiras e 0,50m entre plantas.

A irrigação foi feita por gotejamento, a adubação via fertirrigação, de acordo com as recomendações de Gomes et al., (1999), e o tutoramento utilizando-se estacas de bambu e fita de polietileno. Foram feitos todos os tratamentos culturais e pulverizações recomendadas para a cultura. A colheita iniciou-se em 13/02/2005, sendo realizadas seis colheitas ao longo do ciclo da cultura, as quais ocorreram semanalmente. Os frutos foram colhidos quando atingiram o ponto de comercialização para frutos imaturos, de coloração verde.

Os doze materiais avaliados foram aqueles já citados no item 3.1, sendo assim distribuídos:

quatro híbridos comerciais como testemunhas, os quais seriam presumivelmente suscetíveis ao *Meloidogyne incognita*. São eles o Konan, o Laser, o Magali-R e o PIM-HE-036;

oito híbridos que tinham como genitores, de um lado, duas linhas semelhantes, diferindo basicamente pela resistência a nematóides (a Linha-004 e a linhagem PIX-027F-01-09-01. Do outro lado, encontravam-se quatro linhagens elite, utilizadas na produção de híbridos comerciais: PIM-003, PIM-013, PIM-016 e Myr-029, representando quatro diferentes backgrounds. Os

híbridos obtidos a partir do cruzamento com a Linha-004 seriam presumivelmente suscetíveis a *M. incognita*, enquanto aqueles oriundos do cruzamento com a linhagem PIX-027F-01-09-01 seriam provavelmente resistentes. Estes híbridos da forma como foram obtidos, constituem, na verdade, um dialelo parcial, em delineamento tipo North Carolina II.

3.5 Características avaliadas

As características avaliadas foram aquelas relacionadas à produção, ao tipo de fruto e à incidência de nematóides.

3.5.1 Características da produção

- Produção total de frutos precoces (PPF): foi obtida somando-se a massa de todos os frutos de cada parcela colhidos até a 2^a colheita. O dado foi expresso em t.ha⁻¹.
- Massa média de frutos da produção precoce (MMFP): os valores para esta característica foram obtidos dividindo-se os valores da produção total de frutos precoces de cada parcela pelo número total de frutos colhidos até a 2^a colheita. Os resultados foram expressos em g.fruto⁻¹.
- Produção total de frutos (PTF): esta característica foi avaliada por meio da massa total de todos os frutos de cada parcela. Os resultados foram expressos em t.ha⁻¹.
- Massa média de frutos da produção total (MMFT): para essa característica os resultados foram dados em g.fruto⁻¹, sendo obtidos pela divisão da massa total de frutos até a última colheita, dia 07/04/2005, em cada parcela, pelo número total de frutos colhidos naquela parcela.

3.5.2 Características relacionadas ao tipo de fruto

- Comprimento do fruto (COMP): este dado foi obtido a partir de oito frutos tomados ao acaso em cada parcela durante as seis colheitas. Cada fruto teve seu eixo longitudinal medido com o auxílio de uma régua, obtendo-se o valor médio do comprimento dos oito frutos, expresso em mm.
- Largura do fruto (LARGURA): esta característica foi obtida com o auxílio de uma régua, por meio do qual tomou-se a medida do eixo transversal médio de uma amostra de oito frutos por parcela. O resultado foi expresso em mm.
- Relação comprimento largura (C/L): obteve-se este dado por meio da divisão do valor obtido para o comprimento do fruto pelo valor obtido para a sua largura, em cada parcela.
- Formato do fruto (FORM): o formato do fruto foi também obtido a partir de oito frutos, tomados ao acaso por parcela, aos quais foram atribuídas notas variando de 1 a 5 de acordo com critérios estabelecidos por Nascimento, (2002) (Figura 1).






FORMATO					
NOTAS	1	2	3	4	5

FIGURA 1 Formatos de fruto para critério de avaliação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

3.5.3 Características relacionadas à tolerância ao nematóide *Meloidogyne incognita*

- Incidência de galhas nas raízes (ING): para esta característica foram atribuídas notas de 1 a 5, de acordo com uma avaliação visual das raízes de cada planta da parcela, a qual foi arrancada cuidadosamente após a última colheita. Retirou-se o excesso de terra das raízes e avaliou-se cada planta individualmente, conforme o seguinte critério:

CRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO VISUAL

Nota 1	Nenhuma galha visível no sistema radicular da planta
Nota 2	Poucas galhas visíveis. Galhas pequenas e não coalescentes.
Nota 3	Número médio de galhas visíveis. Algumas galhas de tamanho médio. Poucas galhas coalescentes.
Nota 4	Muitas galhas visíveis. Muitas galhas de tamanho médio e algumas galhas de tamanho grande coalescentes.
Nota 5	Muitas galhas visíveis no sistema radicular. Muitas galhas grandes e coalescentes.

- Número de nematóides em 100 cm³ de solo (NEM100mL): os dados para esta característica foram obtidos a partir de uma amostra composta do solo retirado próximo às raízes de cada planta da parcela, a uma profundidade em torno de 10 a 15cm, no momento em que antecedeu ao arranquio da planta para a avaliação do sistema radicular. As amostras colhidas em cada planta da parcela foram bem misturadas em um balde, homogeneizando-se as mesmas. Em seguida, 300g desta amostra composta foram levados ao Laboratório de Nematologia da UFLA, onde foi obtido o número de ovos e juvenis do primeiro estágio em 100cm³ de solo, conforme técnica de Jenkins (1964).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracteres da produção

Para os caracteres de produção, de acordo com a análise de variância (Tabela 1), não houve diferença significativa entre os tratamentos, para as características de massa de frutos na colheita precoce (PPF) e peso total de frutos (PTF). No entanto, houve diferença significativa para as características de massa média de frutos na colheita precoce (MMFP) e massa média de frutos totais (MMFT). Estes resultados indicam que, apesar das diferenças entre os tratamentos quanto às produções na colheita precoce e total serem negligíveis, as massas médias de frutos em ambas as condições de avaliação variaram para os diferentes tratamentos.

Ao se desdobrar os graus de liberdade de tratamentos, verifica-se também que houve diferença significativa ($p < 0,05$), tanto para massa média de frutos totais quanto massa média de frutos precoces, para as três fontes de variação, ou seja, entre testemunhas, entre testemunhas vs híbridos experimentais e entre os híbridos experimentais (Tabela 1). Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para MMFP e MMFT entre os quatro diferentes backgrounds avaliados e entre os dois níveis de resistência considerados, não havendo, no entanto, interação entre os mesmos para nenhuma das características avaliadas. Híbridos tendo como genitor a linhagem PIX-027F-01-09-01 apresentaram menores massas médias de frutos precoces do que os que tiveram como genitora a linhagem Linha-004, o que parece refletir as diferenças genéticas entre PIX-027F-01-09-01 e a Linha-004 que, apesar de geneticamente relacionadas, não são isogênicas.

O teste de médias (Tabela 2) demonstra superioridade da massa média de frutos totais (MMFT) do híbrido comercial Laser (168,3 gramas) e do híbrido experimental suscetível F_1 ((PIM-013xLinha-004), com valor de 167,7 gramas,

os quais não diferiram entre si, sendo superiores a todos os demais (Tukey 5%). A menor massa média de fruto total foi obtido pelo híbrido experimental F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-003), com valor de 89,7 gramas, o qual foi estatisticamente inferior a todos os demais.

TABELA 1. Valores e significâncias dos quadrados médios (QM), coeficientes de variação (CV) e estimativas dos contrastes da produção precoce de frutos (PPF), massa média de frutos da produção precoce (MMFP), produção total de frutos (PTF) e massa da produção média de frutos total (MMFT) em híbridos de pimentão. Lavras, UFPA, 2005.

Fontes variação	GL	QM			
		PPF (t ha ⁻¹)	MMFP (g fruto ⁻¹)	PTF (t ha ⁻¹)	MMFT (g fruto ⁻¹)
Blocos	5	62,3	92,0	175,7	675,0
Tratamentos	11	23,8 ^{NS}	3791,9 *	25,6 ^{NS}	7404,2 *
<i>Entre testemunhas</i>	3	19,1 ^{NS}	1098,9 *	21,0 ^{NS}	2393,3 *
<i>Testemunhas vs. híbridos experimentais</i>	1	1,3 ^{NS}	8623,4 *	0,8 ^{NS}	20224,9 *
<i>Entre híbridos experimentais</i>	7	29,1 ^{NS}	4255,7 *	31,2 ^{NS}	7720,2 *
<i>Entre backgrounds</i>	3	39,8 *	2308,7 *	34,8 ^{NS}	3157,7*
<i>Níveis de resistência (resistente vs. susceptível)</i>	1	57,0 *	22514,7 *	55,7 ^{NS}	42953,8 *
<i>Backgrounds x níveis de resistência</i>	3	9,1 ^{NS}	116,5 ^{NS}	19,3 ^{NS}	538,2 ^{NS}
Resíduo	55	13,0	80,6	21,8	349,1
Média	28,0	162,9	16,9	135,4	162,9
C.V. %	16,7	11,5	21,4	6,6	11,5
CONTRASTES NÃO ORTOGONAIS		ESTIMATIVAS			
Testemunhas vs. tratamentos do dialelo	1	0,28 ^{NS}	23,2 *	-0,2 ^{NS}	35,6 *
Híbrido com genitor PIX-027F-01-09-01 vs. híbrido com genitor Linha-004	1	-2,2 *	-43,3 *	-2,2 ^{NS}	-59,8*
Híbrido resistente a <i>M. incognita</i> vs. híbridos susceptível, background parental PIM-003	1	-3,3 ^{NS}	-38,2 *	-5,9 *	-53,7 *
Híbridos resistente a <i>M. incognita</i> vs. híbrido susceptível, background parental PIM-013	1	-0,7 ^{NS}	-52,0 *	-1,3 ^{NS}	-74,4 *
Híbrido resistente vs. híbrido susceptível background parental Myr-29	1	-4,0 ^{NS}	-39,5 *	-0,9 ^{NS}	-44,4*
Híbrido resistente vs. híbrido susceptível, background parental PIM-016	1	-0,7 ^{NS}	-43,6 *	-0,5 ^{NS}	-66,8 *

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 2. Valores médios da produção total de frutos precoce (PPF), massa média de frutos da produção precoce (MMFP), produção total de frutos (PTF) e massa média de frutos da produção total (MMFT) em frutos de híbridos de pimentão. Lavras, UFLA, 2005.

TRATAMENTOS	PPF (t ha ⁻¹)	MMFP (g fruto ⁻¹)	PTF (t ha ⁻¹)	MMFT (g fruto ⁻¹)
Magali R	18,5 ab	150,7 abc	27,6 a	193,1 ab
Laser	16,0 ab	168,3 a	27,4 a	206,1 a
F ₁ (Myr-29xPIM-016)	18,7 ab	135,2 cd	30,4 a	158,8 bcd
Konan	15,2 ab	149,4 bc	26,0 a	187,9 abc
F ₁ (PIM-003xLinha-004)	15,7 ab	128,0 de	29,3 a	155,3 cd
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xMyr-29)	15,7 ab	107,695 f	29,8 a	127,6 de
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xPIM-016)	17,4 ab	110,9 ef	28,2 a	128,0 de
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xPIM-013)	17,3 ab	115,8 ef	26,6 a	128,0 de
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xPIM-003)	12,4 b	89,8 g	23,4 a	101,6 e
F ₁ (PIM-013xLinha-004)	18,5 ab	167,8 a	27,8 a	201,4 a
F ₁ (Myr-29xLinha-004)	19,8 a	147,8 bc	30,7 a	172,0 abc
F ₁ (PIM-016xLinha-004)	18,045 ab	154,6 ab	28,7 a	194,8 ab

Médias com mesma letra na coluna não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Tukey (P = 5%).

Os outros híbridos apresentaram valores intermediários, podendo ser agrupados em quatro grupos pelo teste de Scott-Knott, representados, no primeiro grupo, pelos híbridos comerciais Magali-R e Konan e pelos híbridos experimentais $F_1(\text{PIM-016} \times \text{Linha-004})$ e $F_1(\text{Myr-29} \times \text{Linha-004})$. As médias da massa de frutos totais foram, respectivamente, de 150,7; 149,4; 154,5; e 147,2 gramas. No segundo grupo, encontra-se o híbrido $F_1(\text{Myr-29} \times \text{PIM-016})$, cuja massa média de fruto total foi de 135,2 gramas, seguido do híbrido $F_1(\text{PIM-003} \times \text{Linha-004})$, no terceiro grupo, com 127,9 gramas. Em outro grupo, podem-se classificar os híbridos experimentais $F_1(\text{PIX-027F-01-09-01} \times \text{PIM-013})$, $F_1(\text{PIX-027F-1-09-01} \times \text{PIM-016})$ e $F_1(\text{PIX-027F-01-09-01} \times \text{Myr-29})$, os quais tiveram massa média de frutos totais de 115,7; 110,9 e 107,7 gramas, respectivamente.

Em se analisando os quatro pares resistentes/susceptíveis de híbridos experimentais envolvendo, respectivamente, os genitores PIM-003, PIM-013, PIM-016 e Myr-29, observa-se que a média das produções precoces dos 4 híbridos com genitor Linha-004 foi ligeiramente maior do que a dos híbridos os com genitor PIX-027F-01-09-01 (resistente a *M. incognita*). Esta diferença, no entanto, se revelou significativa quando se compararam os híbridos em que PIM-003 foi o genitor comum. Isso indica que, nas condições do presente ensaio, a incidência de nematóides *M. incognita* não foi suficiente para ocasionar decréscimos na produtividade.

Para a característica de massa média de frutos na produção total, todos os contrastes foram significativos (Tabela 1). Quando se comparam as testemunhas, representadas pelos híbridos comerciais Konan, Laser, Magali-R e $F_1(\text{Myr-29} \times \text{PIM-016})$, com os híbridos obtidos no dialelo, oriundos do cruzamento das Linhas-004 e PIX-027F-01-09-01, com PIM-003, PIM-013, PIM-016 e Myr-29, verifica-se que houve uma superioridade das testemunhas, para as quais a massa média de fruto total foi 23,2 gramas superior. Realizando-

se o contraste entre os híbridos do dialelo, considerando os oriundos do cruzamento com Linha-004 (suscetível a nematóides) e os provenientes do cruzamento com PIX-027F-01-09-01 (resistentes a nematóides), verifica-se que os primeiros tiveram a massa média de frutos totais 43,3 gramas superior. Estes resultados demonstram que, possivelmente, a linhagem PIX-027F-01-09-01, contribui para uma menor massa média de frutos totais, o que também aconteceu com a MMFP, o que pode também ser atribuído à não-isogenicidade entre a Linha-004 e PIX-027F-01-09-01.

Quando se comparam os híbridos obtidos nos diferentes backgrounds, verifica-se que todos aqueles oriundos do cruzamento com a linha suscetível a nematóide (Linha-004) obtiveram massa média de frutos superiores às obtidas do cruzamento com a linhagem resistente (PIX-027F-01-09-01). As diferenças relativas à massa média calculada em relação à produção total para esta característica, nos diferentes backgrounds, foram, respectivamente, de 38,2g, 52,0g, 39,5g e 43,6g, respectivamente, quando os genitores foram PIM-003, PIM-013, PIM-016 e Myr-29. Estes resultados, possivelmente, são atribuídos ao fato de a linhagem PIX-027F-01-09-01 ter sido obtida a partir de apenas dois retrocruzamentos para a Linha-004, a partir de uma fonte de resistência PM-217, com frutos bastante pequenos: é provável que nem todos os genes que controlam frutos graúdos em Linha-004 tenham sido recuperados em PIX-027F-01-09-01.

Com relação à produção precoce de frutos (PPF), de acordo com o teste de médias (Tabela 2), o $F_1(\text{Myr } 29 \times \text{Linha-004})$ apresentou maior precocidade na produção, com $19,7\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, diferindo estatisticamente dos demais híbridos. Em seguida, vieram os híbridos, $F_1(\text{Myr-29} \times \text{PIM-016})$, $F_1(\text{PIM-013} \times \text{Linha-004})$, e Magali-R, $F_1(\text{PIM-016} \times \text{Linha-004})$, $F_1(\text{PIX-027F-01-09-01} \times \text{PIM-016})$, $F_1(\text{PIX-027F-01-09-01} \times \text{PIM-013})$, Laser, $F_1(\text{PIM-003} \times \text{PIM-004})$, $F_1(\text{PIX-027F-01-09-01} \times \text{PIM-013})$ e Konan, com peso precoce de frutos, respectivamente, de $18,7\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $18,5\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $18,1\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $17,4\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $17,3\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $15,9\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $15,7\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$,

15,7t.ha⁻¹, e 15,2t.ha⁻¹. Finalmente, o híbrido F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-003), com de 12,4t.ha⁻¹.

Ao se fazer os contrastes não ortogonais para esta característica, apenas a comparação entre os híbridos obtidos no dialelo foi significativa, tendo a média dos materiais provenientes do cruzamento com a linhagem PIX-027F-01-09-01, resistente a nematóides, apresentado 2,2t.ha⁻¹ a menos do que os materiais provenientes do cruzamento com a Linha-004, suscetível ao *M. incognita*, acompanhando a tendência apresentada para produção total.

Para a característica de massa média de frutos da produção precoce (MMFP), à semelhança da massa de frutos na colheita total, sobressaíram-se os híbridos Laser e F₁(PIM-013xLinha-004), os quais diferiram dos demais obtendo massa média de frutos, respectivamente, de 206,1g e 201,4g (Tabela 2). Da mesma forma, o híbrido F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-003) foi o que obteve a menor massa de fruto, com apenas 101,6 gramas.

Ao se fazer os contrastes para MMFP, verifica-se também que houve significância em todos os casos, tendo aquelas diferenças na colheita total sido mais acentuadas nesta situação. As testemunhas superaram os híbridos experimentais do dialelo, com a massa média de frutos nesta colheita, atingindo 35,6 gramas a mais. Quando se compararam os híbridos resistentes e suscetíveis a *M. incognita*, os híbridos cujo genitor foi a linhagem resistente PIX-027F-01-09-01 foram, em média, 59,8g mais leves do que os obtidos do cruzamento com a Linha-004 (suscetível a nematóides). Já quando se compara o efeito destas mesmas linhagens, em cada background, verifica-se também uma maior massa média de frutos na produção precoce, dos materiais provenientes do cruzamento com a linha suscetível (Linha-004), os quais superaram os híbridos provenientes do cruzamento com a linhagem PIX-027F-01-09-01, respectivamente, em 53,7g, 74,4g, 44,4g e 66,8g nos backgrounds dos genitores PIM-003, PIM-013, Myr-29 e PIM-016.

Esses resultados demonstram que, também na colheita precoce, o efeito da linhagem PIX-027F-01-09-01 em contribuir para uma redução na massa média dos frutos, em qualquer dos backgrounds avaliados.

4.2 Características de fruto

Ao se analisar as características relacionadas aos frutos, tanto o comprimento (COMP) como a largura (LARG), assim como a relação comprimento–largura (C_L) e o formato (FORM), acusaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3). Ao se desdobrar os tratamentos verifica-se que, entre as testemunhas, houve diferença significativa apenas para comprimento do fruto (Tabela 3). Para as características de largura, relação comprimento largura e formato, as testemunhas não variaram entre si.

TABELA 3. Valores e significâncias dos quadrados médios (QM), coeficientes de variação (CV) e estimativas dos contrastes para comprimento do fruto (COMP), largura do fruto (LARG), relação do comprimento pela largura (C/L) híbridos de pimentão. Lavras, UFPA, 2005.

Fonte de variação	GL	QM			
		COMP	LARG	C/L	FORM
Blocos	5	2,5	0,7	0,04	0,3
Tratamentos	11	9,7 *	1,9 *	0,1 *	0,7 *
<i>Entre testemunhas</i>	3	3,7 *	0,3 ^{NS}	0,2 ^{NS}	0,2 ^{NS}
<i>Testemunhas vs. híbridos experimentais</i>	1	28,8 *	4,2 *	0,02 ^{NS}	1,1 *
<i>Entre híbridos experimentais</i>	7	9,8 *	2,2 *	0,2 *	0,9 *
<i>Entre backgrounds</i>	3	20,0 *	0,5 *	0,4 *	0,8 *
<i>Níveis de resistência (Resistente vs. Susceptível)</i>	1	5,7 *	13,8 *	0,3 *	3,3 *
<i>Backgrounds x níveis de resistência</i>	3	1,0 ^{NS}	0,1 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,2 ^{NS}
Resíduo	55	0,6	0,1	0,01	0,2
Média		14,3	7,8	1,8	3,2
C.V. %		5,4	4,6	6,0	13,7
CONTRASTES NÃO ORTOGONAIS		ESTIMATIVAS			
Testemunhas vs. tratamentos do dialelo	1	1,3 *	0,5 *	0,03 ^{NS}	0,7 *
Híbrido com PIX-027F-01-09-01 vs. híbrido com parental Linha-004	1	-0,7 *	-1,1 *	0,1 *	-0,5 *
Híbrido resistente a <i>M. incognita</i> vs. híbridos susceptível, background parental PIM-003	1	-1,3 *	-1,1 *	0,08 ^{NS}	-0,3 ^{NS}
Híbridos resistente a <i>M. incognita</i> vs. híbrido susceptível, background parental PIM-013	1	-0,9 *	-1,3 *	0,1 *	-0,4 ^{NS}
Híbrido resistente vs. híbrido susceptível background parental Myr-29 como parental	1	-0,7 ^{NS}	-1,0 *	0,1 *	-0,6 *
Híbrido resistente vs. híbrido susceptível, background parental PIM-016	1	0,1 ^{NS}	-0,8 *	0,3 *	-0,8 *

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

O desdobramento testemunhas vs híbridos experimentais acusa diferença significativa ($p < 0,05$), tanto para comprimento como para largura e formato de frutos, não mostrando, no entanto, diferença para a característica de relação C/L. Já entre híbridos experimentais houve significância para as quatro características ($p < 0,05$).

Quando se faz o desdobramento da fonte de variação entre híbridos experimentais, verifica-se que houve diferença significativa para as quatro características relacionadas ao fruto, tanto entre os backgrounds utilizados (PIM-003, PIM-013, PIM-016 e o Myr-29), como entre os materiais com diferentes níveis de resistência ao nematóide *Meloidogyne incognita*. Não houve, no entanto, diferença significativa para a interação backgrounds x níveis de resistência.

O teste de médias (Tabela 4) para estas características do fruto mostra que os híbridos Laser (15,860 cm), F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-016), com 15,7cm; Magali R, 15,6cm e F₁(PIM-016xLinha-004), 15,6cm e Konan (15,3cm) apresentaram os maiores comprimentos, e não diferiram estatisticamente entre si (Tukey 5%). Semelhantes a estes híbridos, porém, com o comprimento ligeiramente menor, encontram-se os híbridos F₁(Myr-29xLinha-004), com 14,2cm; F₁(PIM-013xLinha-004), 14,2cm e F₁(Myr-29xPIM-016), 14,1cm. Com frutos ligeiramente, mais curtos encontram-se os híbridos F₁(PIX-027F-01-09-01xMyr-29), 13,5cm e F₁(PIM-003xLinha-004), 13,1cm. Por último, com frutos de menor comprimento, encontra-se o híbrido F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-003), com 11,8cm. Com relação à característica de largura dos frutos, o teste de médias (Tabela 4) mostrou que os híbridos com as maiores larguras foram F₁(PIM-013xLinha-004), 8,5cm; Laser, 8,4cm; Konan, 8,3cm; F₁(Myr-29xLinha-004), 8,3cm; F₁(PIM-003xPIM-004), 8,1cm e Magali R, 8,1cm. Em seguida, vieram os híbridos F₁(Myr-29xPIM-016), 7,9cm e F₁(PIM-016xLinha-004), 7,9cm. Depois, encontram-se com largura um pouco menor os híbridos F₁(PIX-027F-01-09-01xMyr-29), 7,3cm e F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-013), 7,3cm e por último, com as menores larguras, os híbridos F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-016), 7,1cm e F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-003), com 7,0cm.

TABELA 4. Valores médios para comprimento do fruto (COMP), largura do fruto (LARG), relação do comprimento pela largura (C/L) e formato do fruto (FORM) de híbridos de pimentão. Lavras, UFLA, 2005.

TRATAMENTOS	COMP	LARG	C/L	FORM
Magali R	15,6 abc	8,1 a	2,0 bc	3,3 abc
Laser	15,9 a	8,4a	1,9 bcd	3,1 abc
F ₁ (Myr-29xPIM-016)	14,1 cd	8,0 ab	1,8 bcdef	3,5 ab
Konan	15,3 abc	8,3 a	1,9 bcde	3,5 ab
F ₁ (PIM-003xLinha-004)	13,1 de	8,1 a	1,6 f	3,0 abc
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xMyr-29)	13,8 d	7,3 bc	1,9 bcde	3,0 abc
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xPIM-016)	15,7 ab	7,1 c	2,2 a	2,4 c
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xPIM-013)	13,3 de	7,3 bc	1,8 bcdef	3,0 abc
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xPIM-003)	11,8 e	7,0 c	1,7 def	2,8 bc
F ₁ (PIM-013xLinha-004)	14,7 bcd	8,5 a	1,7 ef	3,5 ab
F ₁ (Myr-29xLinha-004)	14,2 bcd	8,3 a	1,7 cdef	3,6 a
F ₁ (PIM-016xLinha-004)	15,6 abc	7,9 ab	2,0 b	3,2 abc

Médias com mesma letra na coluna não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Tukey (P = 5%).

Ao se comparar as médias dos valores da relação C/L, entre os diversos materiais avaliados, verifica-se que o híbrido que apresentou a maior relação foi o F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-016), com 2,2, enquanto o de menor relação foi o F₁(PIM-003xLinha-004), com 1,6. Esta característica mostra uma variação entre os materiais, em que se podem verificar valores extremos, como o do F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-016), de um lado, o qual para as características anteriores se apresentou entre os materiais de maior comprimento e de menor largura, assim como o F₁(PIM-003xPIM-004), de outro lado, o qual esteve, ao contrário, classificado entre os de menor comprimento e maior largura, caracterizando, respectivamente frutos mais alongados e menos alongados.

Ainda para a relação C/L, os valores para os outros híbridos situaram-se entre 1,661 para o F₁(PIM-013xLinha-004) e 1,9 para o Magali-R, os quais diferiram estatisticamente entre si. Os outros materiais apresentaram valores intermediários a estes e estatisticamente semelhantes entre si.

Para as notas de formato de frutos, os extremos foram 2,4 para o F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-016) e 3,6 para o F₁(Myr-29xLinha-004). Para todos os outros híbridos, os valores foram intermediários, situando-se entre 2,8 para o F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-003) e 3,5 para o Konan. Estes valores demonstram que, de maneira geral, todos os materiais apresentaram um formato intermediário, tendendo a ser ligeiramente menos cônicos.

Os contrastes não ortogonais realizados (Tabela 3) mostram primeiramente que, comparando-se as testemunhas com os tratamentos do dialelo, houve significância para todas as características, exceto para a relação C/L. Para as outras características, as testemunhas superaram os híbridos do dialelo, em média, em 1,3cm no comprimento dos frutos e em 0,5cm na largura.

Os resultados mostram, ainda, que, apesar de não ter havido significância para a relação C/L, a nota para formato foi superior para as testemunhas, da ordem de 0,3 ponto, o que denota que os híbridos do dialelo apresentaram frutos ligeiramente mais cônicos.

De maneira geral, os híbridos experimentais com PIX-027F-01-09-01 como genitor apresentaram menores comprimentos de frutos, menores larguras, maior relação C/L e menores notas para formato (formato mais cônico) do que os híbridos com a Linha-004 (Tabela 3). É improvável que estas diferenças sejam relacionadas aos níveis de resistência a nematóides. É mais plausível que esta diferença seja atribuída às diferenças gênicas entre PIX-027F-01-09-01 e a Linha-004, a exemplo das respostas referentes à produtividade e massa média de frutos.

4.3 Caracteres relacionados aos nematóides

Para as características relacionadas à tolerância ao nematóide *M. incognita*, tanto para incidência de galhas nas raízes (ING) como para o número de ovos e juvenis do primeiro estágio em 100cm³ de solo (NEM100mL), houve

diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$), conforme análise de variância (Tabela 5). Verificou-se também que, tanto entre as testemunhas como entre os híbridos experimentais, houve diferença significativa ($P < 0,05$) para as duas características.

TABELA 5. Valores e significâncias dos quadrados médios (QM), coeficientes de variação (CV) e estimativas dos contrastes do número de nematóides em 100cm^3 de solo (NEM100ml) e incidência de galhas no sistema radicular (ING), em híbridos de pimentão. Lavras, UFLA, 2005.

Fonte variação	GL	QM	
		NEM100ML	ING
Blocos	5	115741,2	0,2
Tratamentos	11	168870,9 *	5,9 *
<i>Entre testemunhas</i>	3	215551,0 *	2,6 *
<i>Testemunhas vs híbridos experimentais</i>	1	50176,0 ^{NS}	8,8 *
<i>Entre híbridos experimentais</i>	7	165821,5 *	6,9 *
<i>Entre backgrounds</i>	3	106274,5 ^{NS}	0,7 ^{NS}
<i>Níveis de resistência (Resistente vs Susceptível)</i>	1	762552,1 *	45,0 *
<i>Backgrounds x Níveis de resistência</i>	3	26458,3 ^{NS}	0,4 ^{NS}
Resíduo	55	37333,6	0,3
Média		571,1	3,7
C.V. %		33,8	14,7
CONTRASTES NÃO ORTOGONAIS		ESTIMATIVAS	
Testemunhas vs. tratamentos do dialelo	1	56,0 ^{NS}	0,7 *
Híbrido com PIX-027F-01-09-01 vs. Híbrido com parental Linha-004	1	-252,1 *	-1,9 *
Híbrido resistente a <i>M. incognita</i> vs. híbridos susceptível, background parental PIM-003	1	-231,7 *	-1,6 *
Híbridos resistente a <i>M. incognita</i> vs. híbrido susceptível, background parental PIM-013	1	-142,0 ^{NS}	-2,0 *
Híbrido resistente vs. híbrido susceptível background parental Myr-29 como parental	1	-265,3 *	-1,8 *
Híbrido resistente vs. híbrido susceptível, background parental PIM-016	1	-369,3 *	-2,4 *

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Entre híbridos experimentais, houve diferença significativa ($P < 0,05$) para NEM100mL e para ING, apenas para níveis de resistência; no entanto, não houve diferença significativa para nenhuma das duas características, nem entre backgrounds nem para a interação backgrounds x níveis de resistência.

Híbridos com genitor resistente a *M. incognita* PIX-027F-01-09-01 apresentaram menores números de NEM100ml, bem como menor incidência de galhas do que os híbridos experimentais com genitor susceptível Linha-004. Isso aconteceu nos quatro backgrounds referentes aos quatro outros híbridos utilizados (PIM-003, PIM-013, PIM-016 e Myr-29), mostrando, inequivocamente, a ação do alelo que confere resistência a *M. incognita*, presente em PIX-027F-01-09-01, no sentido de diminuir o dano por galhas nas plantas, bem como a população de nematóide do solo.

O teste de médias (Tabela 6) demonstrou que os quatro híbridos oriundos dos cruzamentos nos quais se utilizou a linhagem PIX-027F-01-09-01 como um dos parentais foram os que receberam as menores notas para incidência de galhas nas raízes (ING), não diferindo os mesmos entre si, diferindo, no entanto, dos demais, à exceção do F_1 (Myr-29xPIM-016), que foi estatisticamente semelhante aos mesmos (Tukey 5%). As notas atribuídas aos quatro híbridos foram todas abaixo de três, ou seja, 2,2 para o F_1 (PIX-027F-01-09-01xMyr-29), 2,3 para o F_1 (PIX-027F-01-09-01xPIM-016), 2,5 para o F_1 (PIX-027F-01-09-01xPIM-013), 2,2 para o F_1 (PIX-027F-01-09-01xPIM-003). Estes resultados demonstram uma maior tolerância desses materiais ao nematóide *Meloidogyne incognita*.

TABELA 6. Valores médios do número de nematóides, em 100cm³ de solo (NEM100ml) e de notas para a incidência de galhas no sistema radicular (ING), em híbridos de pimentão. Lavras, UFLA, 2005.

TRATAMENTOS	NEM100mL	ING
Magali R	570,2 abcd	4,4 a
Laser	867,3 a	4,6 a
F ₁ (Myr-29xPIM-016)	411,7 bcd	3,2 bc
Konan	584,7 abcd	4,4 a
F ₁ (PIM-003xLinha-004)	668,0 abcd	4,4 a
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xMyr-29)	309,3 d	2,2 c
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xPIM-016)	359,0 cd	2,3 c
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xPIM-013)	601,0 abcd	2,5 c
F ₁ (PIX-027F-01-09-01xPIM-003)	436,3 bcd	2,8 c
F ₁ (PIM-013xLinha-004)	743,0 ab	4,7 a
F ₁ (Myr-29xLinha-004)	574,7 abcd	3,9 ab
F ₁ (PIM-016xLinha-004)	728,3 abc	4,7 a

Médias com mesma letra na coluna não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Tukey (P = 5%).

Por outro lado, pode-se classificar os materiais mais suscetíveis ao *M. incognita*, os quais receberam notas superiores a quatro. São eles: os híbridos F₁(PIM-016xLinha-004), com nota 4,7; Laser, com nota 4,6; F₁(PIM-013xLinha-004), com nota 4,5; Magali-R, com nota 4,4; F₁(PIM-003xPIM-004), com nota 4,4 e Konan, com nota 4,4.

Em uma condição de tolerância intermediária, poderiam ser classificados os híbridos F₁(Myr-29xPIM-016) e F₁(Myr-29xLinha-004), os quais receberam notas, respectivamente, de 3,2 e 4,0. O primeiro, apesar de ser estatisticamente semelhante aos quatro híbridos mais tolerantes (Tukey 5%), demonstrou tendência de apresentar maior incidência de galhas do que estes, podendo ser estatisticamente comparado ao F₁(Myr-29xLinha-004). Este, por sua vez, apesar de, estatisticamente, poder ser comparado aos seis híbridos mais suscetíveis, demonstrou tendência de apresentar um menor número de galhas do que os mesmos, assemelhando-se ao F₁(Myr-29xPIM-016), (Tukey 5%).

Assim, estes materiais parecem estar em uma condição intermediária, sendo importante observar que eles apresentam uma característica comum, qual seja, possuir o material Myr-29 como um dos parentais. Isto os diferencia de todos os demais híbridos susceptíveis. Pode-se, neste caso, presumir que o material Myr-29 contribui para que ocorra uma menor incidência de galhas nas raízes em híbridos onde é utilizado.

Essa conclusão pode ser corroborada pelo fato de que, mesmo entre os híbridos resistentes a *M. incognita*, com genitor PIX-027F-01-09-01, o híbrido F₁(PIX-027F-01-09-01xMyr-29) foi aquele que apresenta, ou, numericamente, o menor NEM100ml e a menor incidência de galhas.

O teste de médias para a característica número de ovos e juvenis do primeiro estágio em 100cm³ de solo (NEM100mL) (Tabela 6), mostra a tendência a uma maior multiplicação do nematóide nos materiais suscetíveis. Amostras de solos colhidas junto aos materiais suscetíveis, a exemplo dos híbridos Laser, F₁(PIM-003xLinha-004) e F₁(PIM-016xLinha-004), obtiveram-se valores superiores a 700 ovos e juvenis do primeiro estágio por 100cm³ de solo.

Já nos materiais resistentes, percebeu-se a tendência de uma menor multiplicação dos nematóides, visto que as amostras de solos colhidas junto aos híbridos F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-016), F₁(PIX-027F-01-09-01xPIM-003), F₁(PIX-027F-01-09-01xMyr-29) acusaram valores abaixo de 450 ovos e juvenis do primeiro estágio por 100cm³ de solo.

Quando se comparam as testemunhas com os híbridos obtidos no dialelo, a média da nota para incidência de galhas nas raízes foi 0,7 ponto superior (Tabela 5). Este valor pode ser atribuído à influência dos híbridos oriundos do cruzamento com o material resistente, os quais fazem parte do dialelo e que, provavelmente, contribuiram, em sentido contrário, para uma menor média para esta característica. Isto pode ser verificado de forma mais

acentuada quando se faz o contraste entre os híbridos do dialelo, tendo, de um lado, aqueles provenientes do cruzamento com a linhagem resistente PIX-027F-01-09-01 e, do outro, os provenientes do cruzamento com a Linha-004. Estes dois materiais diferem basicamente pelo nível de resistência *M. incognita*, já que a linhagem resistente PIX-027F-01-09-01 foi obtida em background de Linha-004, a partir de dois retrocruzamentos para esta. Neste caso, a redução no valor da nota para incidência de galhas nas raízes (ING) chegou a 1,9, comprovando, assim, o efeito do alelo para resistência ao *M. incognita* presente na linhagem PIX-027F-01-09-01, o qual se encontra em heterozigose nos híbridos.

Quando se fez o contraste entre os híbridos provenientes do cruzamento com a linhagem PIX-027F-01-09-01 (resistente a nematóide) e Linha-004 (suscetível a nematóide), nos diferentes backgrounds utilizados no dialelo, verifica-se que, em todos os casos, ocorreu uma redução no valor da nota para incidência de galhas nas raízes (Tabela 5). Os valores desta redução foram, respectivamente, de 1,6; 1,8; 2,0 e 2,4, para os híbridos F_1 (PIX-027F-01-09-01xPIM-003), F_1 (PIX-027F-01-09-01xMyr-29), F_1 (PIX-027F-01-09-01xPIM-013), F_1 (PIX-027F-01-09-01xPIM-016), respectivamente. Estes valores confirmam que, mesmo em heterozigose, a resistência ao nematóide proveniente da linhagem PIX-027F-01-09-01 leva a uma redução na incidência de galhas nas raízes, aumentando a tolerância do híbrido a este patógeno.

Quando compararam-se os dois grupos de híbridos do dialelo (resistentes vs susceptíveis), a redução da população de nematóides no solo foi de 252,1 ovos e juvenis nos cruzamentos com a linhagem PIX-027F-01-09-01, em comparação com os obtidos do cruzamento com a Linha-004. Evidenciou-se o efeito do gene para resistência a nematóides, quando em heterozigose nos híbridos, em reduzir a multiplicação do nematóide *M. incognita* em plantas de pimentão, permitindo, assim, uma redução na população do mesmo no solo, ao longo do ciclo da cultura.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste trabalho, foram avaliados quatro híbridos comerciais (Magali-R, Laser, Konan e F_1 (Myr-29xPIM-016) que serviram como testemunhas, além de oito híbridos provenientes do cruzamento de quatro diferentes linhagens (PIM-003, PIM-013, PIM-016 e Myr-29), com duas linhagens de background comum (Linha-004 e linhagem PIX-027F-01-09-1).

Estas duas diferem basicamente nos locos responsáveis pela resistência aos nematóides das galhas, em que a linhagem PIX-027F-01-09-01 possui o alelo Me_1 (PIM-217) para resistência, em homozigose. Para as outras características, estas linhagens são bastante semelhantes, já que foram feitos dois retrocruzamentos para o Linha-004, existindo, portanto, 87,5% de genes em comum entre eles. As avaliações efetuadas mostraram que a produção e o valor da produção total de frutos pouco diferiram entre os híbridos estudados. Já a produção precoce sofreu pequenas diferenças, tendo o F_1 (PIX-027F-01-09-01xPIM-003) obtido a menor produção e o F_1 (Myr-29xLinha-004) a maior. De maneira geral, os híbridos do dialelo, provenientes do cruzamento com a Linha-004, obtiveram uma massa média de frutos semelhante à dos híbridos comerciais. Por outro lado, aqueles provenientes do cruzamento com a linhagem PIX-027F-01-09-01 obtiveram valores menores para esta característica. O F_1 (PIX-027F-01-09-01xPIM-003), proveniente do cruzamento desta linhagem com a PIM-003 foi o de menor massa média de frutos.

A diferença de tamanho dos frutos entre os híbridos do dialelo, provenientes do cruzamento dos diferentes backgrounds com a Linha-004 e com a linhagem PIX-027F-01-09-01 deve estar associada a alelos ainda presentes nesta linhagem, oriundos do material PM-217 que lhe deu origem, o qual produz frutos pequenos. Neste caso, mais alguns retrocruzamentos para uma linhagem de frutos graúdos seriam interessantes para promover a quebra de ligações

eventualmente existentes entre os genes para resistência a nematóides e os responsáveis pelo tamanho do fruto. Assim, seria possível obter híbridos F_1 com melhor desempenho para esta característica.

Com relação à característica de incidência de galhas nas raízes, é possível verificar mais tolerância dos híbridos do dialelo, provenientes do cruzamento com a linhagem PIX-027F-01-09-01, em relação a todos os demais híbridos. Este resultado serve para confirmar a eficiência do alelo Me_1 para resistência à nematóide em diminuir a formação de galhas nas raízes, mesmo em condições de heterose no híbrido F_1 . Com relação à população de ovos e de J2 no solo, verificou-se uma tendência de valores menores para amostras de solo oriundas das parcelas com plantas dos híbridos obtidos do cruzamento com a linhagem PIX-027F-01-09-01, à exceção do F_1 (PIX-027F-01-09-01xPIM-013), no qual a variação espacial da população de nematóides no solo pode explicar o comportamento anômalo.

De maneira geral, pode-se concluir que a utilização da linhagem portadora do alelo Me_1 permite a obtenção de híbridos produtivos que apresentam tolerância aos nematóides de galhas. Essa resistência é efetiva, mesmo em heterozigose e contribui para menores populações de nematóides no solo ao final da cultura do pimentão.

6 CONCLUSÕES

- Não houve diferença para a produtividade final entre os híbridos avaliados, no presente trabalho.
- Híbridos provenientes do cruzamento com a linhagem PIX-027F-01-09-01 apresentaram frutos de menor tamanho, ressaltando as diferenças gênicas quanto a este caráter entre PIX-027F-01-09-01 e a Linha-004.
- O alelo Me₁, proveniente de PM-217, mostrou eficiência no controle de nematóides, mesmo em condição heterozigota em híbridos F₁.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANWAR, S.A.; TRUDGILL, D.L.; PHILLIPS, M.S. The contribution of variation and development rates of *Meloidogyne incognita* to host status differences. **Nematologica**, Leiden, The Netherlands, v.40, n.4, p.579-586, 1994.

BLANK, A.F. **Teste precoce da capacidade combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 1997. 71p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BLAT, A. F. **Obtenção e avaliação de híbridos duplos de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Jaboticabal, 1999. 74 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal.

BONETI, S.I. da S. **Inter-relacionamento de micronutrientes como parasitismo de *Meloidogyne exigua* em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**, Viçosa: UFV, 1.981. 74p. (Tese _ Mestrado em Fitopatologia).

BONETTI, M.L.G.Z. **Heterose e capacidade combinatória de linhagens de híbridos de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 2002. 85p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BOSLAND, P.W.; VOTAVA, E.J. **Peppers: vegetable and spice capsicums**. Lãs Cruces: **CABI Publishing**, 2000, 2004

BRAZ, L.T. **Avaliação de caracteres agronômicos e quantitativos de três cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) e da heterose em seus híbridos F₁**. Viçosa: UFV, 1982. 75p. (Tese – Mestrado em Fitotecnia).

CANTO-SAÉNZ, M. The nature resistance to *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949. In: SASSER, J.N.; CARTER, C.C. **An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Biology and Control**. Releigh: North Caroline University Graphics, 1985. v.1, cap.19, p. 225-231.

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

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 340p.

CIKLEW, G. A comparative study of large fruited varieties of red pepper in the Sandanski-Petric area. **Gardin. Lozar Nauk. Hort. Viticult.**, v.3, p.227-232, 1966. Resumo 1190 em **Plant Breeding Abstracts**, v.37, 1966.

DI VITO, M.; GRECO, N.; CARELLA, A. Population densities of *Meloidogyne incognita* and yield of *Capsicum annuum*. **Journal of Nematology**, West Lafayette, v.17, n.6, p.45-49. jan. 1985.

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

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1987. 279p.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to quantitative genetics. 4.ed. **Essex: Lonman Group**, 1996. 464p.

FASSULIOTIS, G. Plant breeding for root-knot nematode resistance. In: LAMBERTI, F.; TAYLOR, C.E. (eds.) Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). **Systematics, biology and control**. New York: Academic, 1979.

FERRAZ, S.; MENDES, M. de L. O nematóide de galhas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n.172, p.43-45, 1992.

FERY, R. L.; DUKES, P.D.; OGLE, W. L. 'Caroline Cayenne' pepper. **Hortscience**, Alexandria, v.21, n.2, p.330. 1986

FILGUEIRA, FERNANDO ANTONIO REIS. **Manual de Olericultura**. "Cultura e Comercialização de Hortaliças". Editora da UFV. 301 p: il. Viçosa, 1982.

FILGUEIRA, FERNANDO ANTONIO REIS. **Novo Manual de Olericultura**. "Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças". Editora da UFV. 402 p.: il. 2000.

FHER, W.R. **Principles of cultivar development**. Theore and technique. New York, Macmillian Publications, 1987. v.1, 736p.

FILGUEIRA, FERNANDO ANTONIO REIS. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, pimentão, pimenta, berinjela e jiló** /FERNANDO ANTONIO REIS FILGUEIRA . – Lavras: UFLA, 2003. 333p. : il.

FREIRE, F.; FREIRE, T. de 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. Dez. 1978.

GALVÊAS, P.A.O. **Características agronômicas de sete cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) e heterose de seus híbridos**. Viçosa: UFV, 1988. 83p. (Tese – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

GHADERI, A.; ADAMS, M.W.; NASSIB, A.M. Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morphological traits in dry edible bean. **Crop Science**, v.24, n.1, p-37-42, 1984.

GILL, H.S.; ASAWA, S.M.; THAKUR, P.C.; THAKUR, T.C. Correlation, path coefficient and multiple-regression analysis in sweet pepper. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.47, p.408-410, 1973.

GOMES, L.A.A.; da Silva, E.C.; FAQUIN, V. **Recomendações de adubação para cultivos em ambiente protegido**. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG. 5ª Aproximação, p.99-110. Viçosa, MG, 1999. 359p. : il.

HARE, W.W. Resistance in pepper to *Meloidogyne incognita* acrita. **Phytopathology**, St. Paul, v.46, p.98-100, 1956.

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

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

HOLLAND, J.B. Epistasis and plant breeding. In: JAHICK J. (Ed.). **Plant breeding reviews**. New York: John Wiley & Sons, 2001. v.21, p.27-92.

HUANG, J.S. Mechanisms of resistance to root-knot nematodes. In: SASSER, J.N.; CARTER, L.C. (eds). **An advanced treatise on *Meloidogyne***; biology and control. Raleigh: International Meloidogyne project, 1985. v.1, cap.14, p.166-174.

HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp including a new technique. **Plant Disease Report**, Washington, v.57, n.12, p.1025-1028, Dec. 1973.

HUSSEY, R.S. Biochemical systematics of nematodes – a review. **Helminthological Abstracts**. Wallingford, Serie B, v.48, p.141-148, 1979.

HUSSEY, Richard S., DAVIS, Eric L. and BAUM, Thomas J. Secrets in secretions: genes that control nematode parasitism of plants. **Braz. J. Plant Physiol.**, Sept 2002, vol.14, no.3, p.183-194. ISSN 1677-0420.

IKUTA, H. **Vigor de híbridos na geração F1 em berinjela (*Solanum melongena* L.)**. Piracicaba, 1961. 41 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

IKUTA, H.; VENCOSKY, R. **Ensaio de híbridos F1 de variedades de pimentão resistentes a viroses**. Piracicaba: ESALQ, Depto. Genética, 1970. p. 62-64. (Relatório científico, 4).

IKUTA, H. Ensaio de híbridos F1, F2 e variedades resistentes a vírus de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista de Olericultura**. V.11, p.64, 1971.

INNECO, R. **Avaliação do potencial agrônômico de híbridos e capacidade combinatorial de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 1995. 113p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

KRZYZANOWSKI, A.A. **Efeitos do tipo de inoculo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nemata: Heteroderidae) sobre o crescimento de diferentes plantas cultivadas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997. 66p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia).

LIMA, R.D.A. Nematóides parasitas das cucurbitáceas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.131, p.34-36, nov.1985.

LOPES, Carlos Alberto. **Doenças do pimentão: diagnose e controle/ Carlos Alberto Lopes, Antonio Carlos de Ávila** – Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003. 96p.: 78 il color

LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 8ª Ed.. São Paulo: Nobel, 1988. 314p.

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

MELO, A.M.T. **Análise genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão**. Piracicaba, 1997, 112p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Piracicaba.

MIRANDA, J.E.C. de. **Avaliação de seisa cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e suas progênes híbridas F1**. Viçosa, 1978. 42p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

MIRANDA, J.E.C. de. **Análise genética de um cruzamento dialélico em pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 159p. (Tese – Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).

NAMESNY, A. Pimentos. (Colecção compêndios de horticultura). S.1.: **Ediciones de Horticultura**, 1996, 167p.

NASCIMENTO, I.R. **Avaliação da capacidade combinatória de linhagens e potencial agrônomo de híbridos de pimentão**. Lavras: UFLA, 2002. 82 p.: il.

NOVARETTI, W.R.T.; NELLI, E.J; WENING FILHO, G. Resultados preliminares do uso de *Crotalaria spectabilis* no controle de nematóides em cana-de-açúcar. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 2, Piracicaba, 1976. **Trabalhos apresentados...**Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1976. p.159-163.

NUEZ VINALS, F.; GIL ORTEGA, R.; COSTA GARCIA, J. El cultivo de pimientos, chiles y ajies. Madrid: **Ediciones Mundi_Prensa**, 1996. 607 p.

OLIVEIRA, V.R. **Diversidade genética em pimentão (*Capsicum annuum* L.) e controle genético da tolerância ao baixo teor de fósforo no solo**. Viçosa, 1997. p.102. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PATERNIANI, E. **Estudos recentes sobre heterose**. Campinas: Fundação Cargil, 1974. 34p. (Boletim).

PEARSON, O.H. Heterosis in vegetable crops. In: FRANKEL, R. (Ed.). **Heterosis: reappraisal of theory and practice**. Berlin: Springer-Verlag, 1983. Chap. 6, p. 138-188.

PEIXOTO, J.R. et.al. Avaliação de progênies e de cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) quanto à resistência à raça 2 de *Meloidogyne incognita*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, n.1, p.97, 1993.

PEIXOTO, J.R. Melhoramento do pimentão (*Capsicum annuum* L.) visando a resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne incognita* spp. Lavras:UFLA, 1995. 103 p. :il. **Tese de Doutorado**.

PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, v.96, p.129-133, 1997.

SASSAKI, O.K. **Influência da densidade de infestação na reprodutividade de *Meloidogyne javanica* em plantas olerícolas**. Lavras: ESAL, 1988. 68p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade).

SASSER, J.N. Economic importance of *Meloidogyne incognita* in tropical countries. In: LAMBERTI, F.; TAYLOR, C.E. (eds.). **Root-knot nematode (*Meloidogyne* species). Systematics, biology and control**. New York, Academic, 1979. p.359-374.

SASSER, J.N.; CARTER, C.C. **An advanced treatise on *Meloidogyne*; biology and control**. Raleigh: International Meloidogyne Project, 1985.317 p.

SASSER, J.N. **Identificacion and host-parasite relationships of certain root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.)**. Maryland, 1954. 31p.

SASSER, J.N.; FRECKMAN, D.W. A world perspective on nematology; the role of the Society. In: VEEDH, J.A.; DICKSON, D.W. (EDS.). **Vistas on nematology**, Maryland: Society of Nematologists, 1987. p.7-14.

SASSER, J.N.; KIRBY, M.F. **Crop cultivars resistant to root-knot nematodes, *Meloidogyne* species with information on seed sources**. Raleigh: State University & USAID, 1979. 24p.

SASSER, J.N.; TRIANTHYLLOU, A.C. Identification of *Meloidogyne* species and races. **Journal of Nematology**, West Lafayette, v.9, n.4, p.283, Aug. 1977.

SCOTT, T.J. ; KNOTT, M. A Cluster analysis methods for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SILVA, D.J.H. da. **Predição do comportamento de híbridos de berinjela por medidas de divergência genética**. 1999. 90p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba.

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

SOARES, L. **Divergência genética com base em componentes principais modificados e análise dialélica em pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 1995. 213p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOUZA SOBRINHO, F, de. **Herança da reação de resistência à raça 2 de *Meloidogyne incognita* na pimenta *Capsicum annuum* L. cv Caroline Cayenne**. 1988. 57p. Dissertação (Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade Federal de Lavras.

TAVARES, M. **Heterose e estimativa de parâmetros genéticos em um cruzamento dialélico de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 1993. 83p. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

TAVARES, M.; MALUF W.R. Vigor de híbridos na geração F₁ de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.18, p.171-177, 1994.

TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. **Biology, identificacion and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species)**. Raleigh: North Caroline State University Graphics, 1978. 11p.

TEIXEIRA, L.M.S.; MOURA, R.M, de. Patogenicidade de raças de *Meloidogyne incognita* (Kaflo e White) Chiwood, à hospedeiros tidos como desfavoráveis. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE NERMATOLOGIA**, 8, Brasília, 1983. **Trabalhos apresentados...**Brasília: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1983b, p.22.

VALLEJO, C., F.A.; CEBALLOS, L.H.; ECHEVERRI AGUDELO, A. Analisis genético de una poblacion dialelica de pimenton (*Capsicum annuum* L.). **Acta Agronomica**, v.47, n.4, p.25-36, 1997.

WERGIN, W.P. Scanning electron microscopic techniques and applications for use in nematology. In: ZUCKERMAN, B.M.; ROHDE, R.A. (eds). **Plant parasitic nematodes**. New York, Academic, 1981. v.3, p.175-204.