

UNIOESTE  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA -  
NÍVEL MESTRADO

ELY PIRES

**LEVANTAMENTO DE *Meloidogyne incognita* EM LAVOURAS DE  
ALGODÃO NO NOROESTE DO PARANÁ E SELEÇÃO DE  
GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO COM RESISTÊNCIA A *Meloidogyne  
incognita* RAÇA 3**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON/PR  
AGOSTO/2007

**ELY PIRES**

**LEVANTAMENTO DE *Meloidogyne incognita* EM LAVOURAS DE  
ALGODÃO NO NOROESTE DO PARANÁ E SELEÇÃO DE  
GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO COM RESISTÊNCIA A *Meloidogyne  
incognita* RAÇA 3**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: PROF. DR. CLEBER FURLANETTO

MARECHAL CÂNDIDO RONDON/PR

AGOSTO/2007

## UNIOESTE

**Universidade Estadual do Oeste do Paraná.**

**Campus de Marechal Cândido Rondon** – CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 – Centro – Cx. P. 1008 – <http://www.unioeste.br>

Fone/fax: (45) 3254-3216 – CEP 85960.000 – Marechal Cândido Rondon – PR

Ata da reunião da comissão julgadora da defesa de Dissertação do Biólogo **ELY PIRES**. Aos trinta e um dias do mês de agosto do ano de 2007, às 10:00 horas, sob a presidência do Prof Dr. Cleber Furlaneto, em sessão pública reuniu-se a Comissão Julgadora da defesa da Dissertação do Biólogo Ely Pires, aluno do programa de Pós-Graduação em agronomia – Nível Mestrado com área de concentração em **PRODUÇÃO VEGETAL**, visando a obtenção do título de “**MESTRE EM AGRONOMIA**”, constituída pelos membros: Dr. Jean Louis Belot (CIRAD/ França), Dr. Volmir Sérgio Marchioro (COODETEC/Cascavel – PR) e Prof. Dr. Cleber Furlaneto (Orientador – Unioeste/CCA/PPGAM).

Iniciados os trabalhos, o candidato apresentou seminário referente aos resultados obtidos e submeteu-se à defesa de sua Dissertação, intitulada: “**Levantamento de Meloidogyne incognita em lavouras de algodão no Oeste do Paraná e seleção de genótipos de algodoeiro com resistência a Meloidogyne incognita raça 3**” .

Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

Dr. Jean Louis Belot .....	Aprovado
Dr. Volmir Sérgio Marchioro .....	Aprovado
Prof. Dr. Cleber Furlanetto .....	Aprovado

Apurados os resultados, verifico-se que o candidato foi habilitado, fazendo jus, portanto, ao título de “**MESTRE EM AGRONOMIA**”, área de concentração: “**PRODUÇÃO VEGETAL**” . Do que, para constar, lavrou – se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da comissão Julgadora.

Marechal Cândido Rondon, 31 de agosto de 2007-09-19

## DEDICATÓRIA

A “Deus”, fonte de inspiração e fé. Aos meus pais João Pires e Diomara Pires, esposa Cleonice S. M. Pires, minha filha Kamila M. Pires, família e amigos, minha eterna gratidão, pela força, esperança e incentivo na busca de meu objetivo.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a “Deus”, o criador do universo pela vida.

A COODETEC – Cooperativa Central de Pesquisa agrícola, na pessoa do Ivo Marcos Carraro, Jean Louis Belot e Pierre Silvie, pela oportunidade de realizar este trabalho.

A UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela oportunidade oferecida e aos funcionários que contribuíram de uma forma ou de outra.

Ao orientador professor Cleber Furlanetto, pela dedicação, disponibilidade, companheirismo, amizade e valiosos conhecimentos, minha sincera gratidão e reconhecimento, obrigado.

Ao amigo Ademar Alves Sobrinho pela participação e valiosos conhecimentos prestados no início deste trabalho.

Aos amigos Osmério Pupim Júnior e Volmir Sérgio Marchioro que me auxiliaram nas análises estatísticas

Aos amigos Francisco de Assis Franco, Carlos Silveira e Andrey Trhum pela experiência transmitida e pela amizade.

Aos amigos Patrícia e Carlos Lisboa pelo auxílio nos trabalhos de campo e laboratório

Ao amigo de estrada e de sala Hamilton Santana pelas trocas de conhecimentos que fizeram parte deste trabalho

Não posso deixar de agradecer às amigas Érica das Graças Carvalho Nasu, Anna Comerlato, Cleonice S.M. Pires, Kamila M. Pires e Dayane A. M. Santos pelo apoio e dedicação para realização deste experimento.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	7
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	8
<b>LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS</b> .....	9
<b>RESUMO</b> .....	10
<b>ABSTRACT</b> .....	11
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1 A CULTURA DO ALGODÃO .....	14
2.2 NEMATÓIDES .....	15
2.3 NEMATÓIDES PARASITAS DO ALGODOEIRO .....	16
2.3.1 <i>Meloidogyne incognita</i> .....	16
2.4 IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES E RAÇAS DE <i>Meloidogyne</i> .....	17
2.5 CONTROLE DE NEMATÓIDES .....	18
2.6 RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO A NEMATÓIDES .....	19
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
3.1 COLETA DE AMOSTRA .....	21
3.2 IDENTIFICAÇÃO DE <i>M. incognita</i> .....	22
3.3 ESTABELECIMENTO E MULTIPLICAÇÃO DE ISOLADOS MONOESPECÍFICOS .....	22
3.4 IDENTIFICAÇÃO DE RAÇAS FISIOLÓGICAS DE <i>M. incognita</i> .....	23
3.5 RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO A <i>M. incognita</i> RAÇA 3 EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	24
3.5.1 Preparo de solo e semeadura .....	24
3.5.2 Inoculação .....	25
3.5.3 Avaliação .....	26
3.5.4 Cálculo de fator de reprodução e análise estatística .....	26
3.6. SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO A <i>M. incognita</i> RAÇA 3 A CAMPO .....	27

3.6.1 Unidade experimental.....	27
3.6.2 Coleta de amostra e quantificação de <i>M. incognita</i> .....	29
3.6.3 Avaliação.....	30
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
4.1 LEVANTAMENTO DE <i>M. incognita</i> EM MUNICÍPIO DO NOROESTE DO PARANÁ.....	31
4.2 SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO COM RESISTÊNCIA A <i>M. incognita</i> RAÇA 3.....	33
4.2.1 Ensaio de casa-de-vegetação .....	33
4.2.1.1 Avaliação em tubetes .....	33
4.2.1.2 Avaliação entre épocas e entre isolados .....	33
4.2.1.3. Número de galhas X FR .....	35
4.2.1.4. Avaliação de genótipos de algodoeiro.....	36
4.3. AVALIAÇÃO A CAMPO.....	42
4.4. AVALIAÇÃO A CAMPO X CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	43
4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	44
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>45</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>46</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Plantas hospedeiro – diferenciadoras inoculadas com 5.000 ovos de *M. incognita* raça 3 e mantidas em casa de vegetação..... 24
- Figura 2. Genótipos de algodoeiro inoculados com 5.000 ovos e J2 e mantidos em casa de vegetação ..... 25
- Figura 3. Unidade experimental de Moreira Sales – PR ..... 28
- Figura 4. Bordadura de blocos mostrando o plantio em covas do cv IAC 24 (Padrão de resistência) demarcado com estacas e intercalando com o cv Fiber Max 966 (padrão de suscetibilidade), sem estaca (seta) ..... 28
- Figura 5. Observação do desenvolvimento populacionais dos nematóides durante o cultivo de algodão no município de Moreira Sales ..... 29



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Levantamento de <i>M. incognita</i> em municípios do noroeste do Paraná .....	21
Tabela 2. Hospedeiros diferenciais usados na Identificação de raças de <i>Meloidogyne</i> ,.....	23
Tabela 3. Genótipos de algodoeiro utilizados nos testes de resistência a <i>Meloidogyne incognita</i> raça 3 em casa de vegetação e a campo .....	27
Tabela 4. Escala de notas visuais usada para avaliação a campo .....	30
Tabela 5. Reação de plantas diferenciadoras a diferentes isolados monoespecíficos de <i>M. incognita</i> .....	32
Tabela 6. Média do número de galhas e fator de reprodução de genótipos de algodoeiro a <i>M. incognita</i> raça 3, isolado de Moreira Sales, avaliado aos 70 e 120 dai .....	37
Tabela 7. Média do número de galhas e fator de reprodução de genótipos de algodoeiro a <i>M. incognita</i> raça 3, isolado de Iporã, avaliado aos 70 e 120 (dai) .....	38
Tabela 8. Média do Número de Galhas e Fator de Reprodução de genótipos de algodoeiro a <i>M. incognita</i> raça 3, isolado de Umuarama, avaliado aos 70 e 120 (dai) .....	39
Tabela 9. Avaliação de genótipos de algodoeiro com relação à média do número de galhas por planta aos 120 dai.....	40
Tabela 10. Efeito da época de avaliação e agressividade de isolados de <i>M. incognita</i> raça 3 na classificação da resistência de genótipos de algodoeiro. ....	41
Tabela 11. Média de notas atribuídas a número de galhas presentes em raízes de genótipos de algodoeiro a campo.....	44

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURA E SÍMBOLOS

*M.* = *Meloidogyna*

NaOCL = Hipoclorito de sódio

dai = Dias após a inoculação

FR = Fator de Reprodução

P/I= População inicial

P/F= População final

UR = Umidade relativa

MR = Moderadamente resistente

MS = Moderadamente suscetível

S = Suscetível

R = Resistente

J2 = Juvenil dois

CD = Coodetec

Corrigido Jean

## RESUMO

### LEVANTAMENTO DE *Meloidogyne incognita* EM LAVOURAS DE ALGODÃO NO NOROESTE DO PARANÁ E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO COM RESISTÊNCIA A *Meloidogyne incognita* RAÇA 3.

Dos patógenos que afetam a produtividade do algodoeiro no Brasil, *Meloidogyne incognita* destaca-se pelas perdas de produção ocasionadas e pela ampla disseminação. Os métodos de controle mais recomendados para esta espécie são o uso de cultivares resistentes e a rotação de culturas. No Paraná, as raças 3 e 4 de *M. incognita* já foram relatadas como parasitas do algodoeiro. O presente trabalho teve como objetivo conhecer a distribuição de *M. incognita* em lavouras de algodão no noroeste do Paraná, bem como a raça prevalecente nesta região. Objetivou-se também selecionar fontes de resistência à *M. incognita* raça 3 em genótipos de algodoeiro. A distribuição de *M. incognita* em lavouras de algodão foi realizada com base em levantamento feito nos municípios de Altônia, Iporã, Moreira Sales, Mariluz, Pérola e Umuarama. Plantas de algodão com galhas no sistema radicular foram coletadas e isolados monoespecíficos estabelecidos e multiplicados em plantas de tomate Rutgers. A determinação de raça fisiológica foi realizada com base em testes em plantas hospedeiro-diferenciadoras, inoculadas com 5.000 ovos e J2. A avaliação ocorreu aos 60 dias após a inoculação com base na reação (+) ou suscetível e (-) ou resistente, das diferenciadoras frente ao parasitismo de diferentes isolados monoespecíficos de *M. incognita*. Para a avaliação da resistência de genótipos de algodoeiro à *M. incognita*, foram conduzidos ensaios em casa-de-vegetação e a campo, constituídos de 31 tratamentos e 10 repetições. Os ensaios de casa-de-vegetação seguiram o delineamento inteiramente casualizado, enquanto que o ensaio a campo foi conduzido em blocos ao acaso. Para os testes de resistência em casa-de-vegetação foram inoculados 5.000 ovos e J2/genótipo de algodoeiro no estádio duas folhas definitivas. As avaliações ocorreram aos 70 e 120 dias após a inoculação e os parâmetros avaliados foram número de galhas e fator de reprodução (FR). Os ensaios em casa-de-vegetação foram realizados a temperatura média de 27°C e UR 60%. Para os ensaios de campo avaliou-se o índice de galhas com base em escala de notas. Os resultados encontrados mostraram que a raça 3 de *M. incognita* foi detectada em todos os municípios amostrados. O parâmetro (FR) foi o mais viável na seleção de genótipos de algodoeiro em casa-de-vegetação. A avaliação por escala de notas a campo, no entanto, agrupou genótipos com diferentes níveis de resistência, devendo ser realizada somente para genótipos previamente avaliados em casa-de-vegetação pelo FR. Os 3 isolados monoespecíficos testados foram importantes na seleção de genótipos de algodoeiro com resistência à *M. incognita* raça 3. Os genótipos CD 05-419, CD 05-1222, CD 05-1087, CD 05-1323 e CD 05-1170 mostraram-se resistentes à *M. incognita* raça 3, tanto para ensaios de casa-de-vegetação quanto para ensaios de campo. Estes genótipos deverão ser testados com relação à resistência específica a outros patógenos e também à resistência múltipla a doenças do algodoeiro.

**Palavras – chave:** *Gossypium hirsutum*, *Meloidogyne incognita* raça 3, raças fisiológicas, resistência genética

## ABSTRACT

### **SURVEY OF *MELOIDOGYNE INCOGNITA* ON COTTON CROPS IN NORTHWEST PARANÁ AND SELECTION OF RESISTANT COTTON GENOTYPES TO *Meloidogyne incognita* RACE 3.**

Among the pathogens that reduce the cotton productivity in Brazil, *Meloidogyne incognita* is one of the most important by causing yield losses and for being widespread. The most recommended control methods to this species are the use of resistant cultivars and crop rotation systems. In Paraná, *M. incognita* races 3 and 4 have already been reported as cotton parasites. The present work aimed at knowing the distribution of *M. incognita* on cotton at the northwest of Paraná State, as well as to find out about the prevalent race in this region. This work also aimed at selecting sources of resistance to *M. incognita* race 3 in cotton genotypes. A survey was carried out in order to know the distribution of *M. incognita* in cotton areas at the northwest of Paraná State. Cotton plants showing galls on the root system were sampled in infested areas from the cities of Altônia, Iporã, Moreira Sales, Mariluz, Pérola and Umuarama. Single egg masses were settled and reproduced on tomato plants cultivar Rutgers and left in a greenhouse at 25°C. The race identification was carried out based on the infection developed on differential hosts, inoculated with 5.000 j<sub>2</sub> and cultivated in pots at 25°C. The evaluation of the race tests occurred 60 days after the inoculation. To assess the resistance of cotton genotypes to *M. incognita*, essays were developed from both greenhouse condition and field and contained 31 treatments and 10 replications. The greenhouse essays followed a completely randomized design while the field experiment was taken in randomized blocks. Regarding the greenhouse tests, it was inoculated 5.000 J<sub>2</sub>/cotton genotype containing two leaves. The evaluation was taken at 70 and 120 days after inoculation and focused on the parameters number of galls and reproduction factor (RF). The field experiment was assessed taking into account the gall index scored by notes. The results showed that *M. incognita* race 3 was detected from cotton plants in all the cities. The parameter Reproduction Factor (RF) was the most suitable to the selection of cotton genotypes in greenhouse at 120 days after inoculation. The assessment, taken from scoring notes in the field experiment, mixed genotypes with different levels of resistance and should be carried out only to confirm the resistance of cotton genotypes previously evaluated in greenhouse by the RF. The three monospecific isolates were important to the screening of resistant cotton genotypes to *M. incognita* race 3. The genotypes CD 05-419, CD 05-1222, CD 05-1087, CD 05-1323 e CD 05-1170 were resistant against *M. incognita* race 3, in greenhouse conditions and also in the field experiment. The screened genotypes will be tested against other specific cotton pathogens and also against multiple cotton diseases.

**Key Words:** *Gossypium hirsutum*, *Meloidogyne incognita* race 3, physiological races, genetic resistance.

## 1 INTRODUÇÃO

O algodão herbáceo é uma planta da família das malváceas de grande importância econômica na balança comercial brasileira, sendo cultivado em diferentes estados brasileiros.

A produtividade alcançada por determinados cultivares muitas vezes é reduzida devido à incidência de doenças. Em torno de 250 patógenos foram descritos na literatura para a cultura do algodão, dos quais 90% são de etiologia fúngica.

Apesar dos fungos prevalecerem em relação aos demais agentes fitopatogênicos, os nematóides estão entre os fitoparasitas de maior importância econômica para o algodoeiro, principalmente pela dificuldade de controle.

No Brasil, as principais espécies de nematóides parasitas do algodoeiro são *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, *Rotylenchulus reniformis* (Linfoid & Oliveira, 1940) e *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941. Dentre estas, *M. incognita* é a mais amplamente disseminada e a de maior importância econômica.

*Meloidogyne. incognita* apresenta 4 raças fisiológicas descritas na literatura, sendo as raças 3 e 4 parasitas do algodoeiro.

A cultura do algodão é realizada em diferentes municípios da região noroeste do Paraná. Apesar de levantamentos anteriores, terem mostrado a presença de *M. incognita* na região Noroeste do Paraná, um novo levantamento se faz necessário para a cultura do algodão, nesta região, principalmente como suporte para a recomendação de métodos de controle.

Dos métodos de controle existentes para nematóides em algodão, os mais viáveis economicamente e mais amplamente utilizados a rotação de cultura e o uso de cultivares resistentes, principalmente porque o algodoeiro é uma planta de ciclo curto e cultivado, em extensas áreas.

Para *M. incognita*, espécie que infecta plantas das mais variadas famílias botânicas, a adoção de métodos de controle com base no uso de cultivares resistentes é dependente da identificação prévia da raça presente em uma determinada área ou região, sendo também essencial dentro de programas de melhoramento de plantas visando a resistência genética a nematóides.

Com base no exposto acima, objetivou-se com o presente trabalho conhecer a distribuição de *M. incognita* na cultura do algodão em municípios da região do Noroeste do Paraná, bem como identificar a raça fisiológica prevalecente para esta região. Objetivou-se ainda, testar a resistência de genótipos de algodoeiro à raça de *M. incognita* predominante nesta região.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DO ALGODÃO

O algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) é considerado uma das mais promissoras culturas anuais do Brasil, devido ao excelente retorno econômico e competitividade de mercado (CRUZ & PASSOS, 2003).

Segundo Furlani *et al* (2001), o Brasil ocupa a oitava posição na produção desta oleaginosa e fibrosa, sendo a China e os Estados Unidos os maiores produtores mundiais.

No Brasil, os Estados de Mato Grosso, Bahia e Goiás, concentram grande parte da produção brasileira de algodão, com destaque para a região Centro Oeste, a qual ostenta a maior produtividade nacional (SILVA, 2004).

No Estado do Paraná, a área plantada com algodão tem oscilado muito nos últimos dez anos, principalmente em função do valor de mercado deste produto. Na safra de verão 05/06 foram plantados um total de 13.890 há com estimativa de produção para a safra de verão 06/07 de 31.414 toneladas de algodão em caroço. No Paraná, a cultura do algodão, concentra-se nas regiões noroeste, oeste e norte (MANFIO, 2006).

A matéria prima mais valorizada do algodão é a fibra, a qual possui mais de 400 aplicações industriais, sendo usada em larga escala pela indústria têxtil. As sementes são comercializadas para a fabricação de óleo e extração de proteínas e os restos culturais para a produção de biodiesel (CRUZ & PASSOS, 2003; BELTRÃO, 2002).

A torta de algodão, obtida após a extração do óleo, pode ser usada como fertilizante na indústria de corantes, na alimentação de animais (ruminantes) e na fabricação de farinhas alimentícias, após a desintoxicação; entretanto, sua principal aplicação reside na elaboração de rações animais, devido o seu valor protéico (ARAÚJO *et al*, 2003)

## 2.2 NEMATÓIDES

Os nematóides são organismos adaptados aos mais diferentes habitats como fontes de água doce e salgada e solo. Há também espécies parasitas de animais e plantas (FERRAZ & MONTEIRO, 1995).

Os fitonematóides habitam principalmente o solo, parasitando o sistema radicular de plantas superiores, havendo também espécies parasitas da parte aérea (NEVES, 2000).

Uma das principais características dos nematóides fitoparasitas é a presença de estilete na cavidade bucal. A função do estilete em nematóides fitoparasitas é perfurar as células das plantas para extrair alimento (FERRAZ, 2001).

Para a maioria dos nematóides, os sexos são separados e a reprodução ocorre por anfimixia (reprodução por divisão de gametas). Existem espécies em que a presença de machos é bem menos freqüente que a de fêmeas e a reprodução é partenogenética (EVANS, 1998). O gênero *Meloidogyne*, nematóide das galhas radiculares, apresenta espécies que, em sua maioria, reproduzem-se por partenogênese mitótica ou meiótica (MOURA, 1996).

O principal meio de disseminação dos fitonematóides ocorre através do trânsito de máquinas agrícolas realizado desde o preparo do solo até a colheita. No entanto, os mesmos podem ser disseminados por elementos de propagação como sementes e mudas, além de substratos contaminados, água de irrigação e ferramentas (AGRIOS, 1988).

As dificuldades no controle de *M. incognita* e de outros nematóides parasitas do algodão esbarram em diferentes fatores como extensão das áreas cultivadas, retorno econômico e manejo indevido da cultura (FERRAZ, 2001).

O controle químico de nematóides parasitas do algodoeiro pode ser feito através do uso de nematicidas, os quais são extremamente tóxicos e danosos ao meio ambiente, além de encarecerem o sistema de produção. Além disso, o uso prolongado de uma mesma molécula química pode selecionar raças de nematóides resistentes, ocasionando a quebra de resistência da cultivar (JÚNIOR *et al.*, 2001).



## 2.3 NEMATÓIDES PARASITAS DO ALGODOEIRO

No Brasil, os principais nematóides causadores de dano à cultura do algodoeiro são *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus brachyurus* (INOMOTO, 2001), sendo *M. incognita* e *R. reniformis* de importância mundial (STARR & PAGE, 1990).

Asmus (2001) relatou *P. brachyurus* como a espécie mais frequentemente associada ao algodoeiro no MS, seguido de *M. incognita* e *R. reniformis*. Porém, os maiores danos foram ocasionados pelas duas últimas espécies, as quais, quando associadas, dificultaram os sistemas de rotação utilizados para o algodoeiro naquele estado.

O parasitismo de nematóides na cultura do algodão pode ocorrer em diferentes tipos de solo. No entanto, solos mais arenosos tendem a favorecer a infecção por *M. incognita* (ASMUS & SILVA, 2004). No entanto, para outros nematóides como *R. reniformis* e *P. brachyurus* não há correlação entre tipo de solo e grau de infestação.

### 2.3.1 *Meloidogyne incognita*

Dentre as espécies de nematóides parasitas do algodoeiro, *M. incognita* merece destaque pela sua ampla distribuição e capacidade de sobrevivência, já que o mesmo infecta plantas das mais diversas famílias botânicas. Nesta espécie, apenas as raças 3 e 4 parasitam o algodoeiro, sendo a raça 3 a mais frequentemente encontrada em áreas de produção comercial (INOMOTO, 2001).

Dentre os sintomas ocasionados por *M. incognita* em plantas de algodão, os mais comumente encontrados são nanismos, folha carijó, redução da produção e do volume do sistema radicular, além da formação de galhas em raízes (AQUINO, 2004);

O ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. envolve o estágio de ovo, 4 estádios juvenis e um adulto, com a formação de machos e fêmeas. Das 4 ecdises sofridas, a

primeira ocorre no interior dos ovos, do estágio J1 para J2. Do ovo eclode a forma infectiva J2, a qual penetra em raízes de plantas hospedeiras e migra até o cilindro central aonde induz a formação de um sítio de alimentação conhecido como célula gigante (MOURA, 1996).

As células gigantes são formadas por hiperplasia e hipertrofia de células adjacentes à célula nutridora, causada por distúrbio hormonal conhecido como hiperauxinia. A hiperauxinia leva células adjacentes a ter crescimento e divisão celular descontrolados, os quais originam as galhas que são visíveis a olho nú. Durante a fase de alimentação na célula nutridora a forma J2 sofre mais duas ecdises, passando para J3 e J4, sendo este o último estágio juvenil. A forma J4 sofre então a última ecdise dando origem à forma adulta, macho ou fêmea. Das formas adultas apenas as fêmeas se mantêm no interior das raízes, enquanto os machos, quando formados, migram para o solo (AGRIOS, 1988).

#### 2.4 IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES E RAÇAS DE *Meloidogyne*

Em se tratando de um gênero de nematóide de taxonomia complexa, a identificação de espécies de *Meloidogyne* é feita com base em diferentes técnicas que envolvem desde aspectos morfológicos até análises de proteínas e de DNA (Handoo et al., 2005). No entanto, o sucesso na identificação de espécies deste gênero muitas vezes só é conseguido mediante a utilização de diferentes técnicas em conjunto (CHARCHAR, 1997).

A técnica morfológica mais utilizada na identificação de espécies de *Meloidogyne* é a configuração da região perineal de fêmeas maduras, região compreendida entre a vulva e o ânus e que contém impressões digitais características de cada espécie (TIHOHOD, 1989a).

Técnicas baseadas na análise de proteína e DNA são também ferramentas úteis na identificação de espécies deste gênero. *Meloidogyne* spp. apresentam atividade para diferentes isoenzimas, cujo fenótipo é utilizado para fins taxonômicos (KUNIEDA de ALONSO & ALFENAS, 1998). Primers específicos para utilização em reações de PCR já foram desenvolvidos para diferentes espécies (RANDIG et al., 2004; ZIJLSTRA et al., 2000).

Devido ao elevado grau de parasitismo imposto por *Meloidogyne* spp. a seus hospedeiros, variações intra-específicas podem ser encontradas em populações a campo. A presença de raças fisiológicas já foi relatada em diferentes espécies como *M. javanica* (CARNEIRO et al., 2003), *M. incognita* e *M. arenaria* (HARTMAN & SASSER, 1985), *M. hapla* Chitwood (WOFFORD, 1989) e *M. chitwoodi* Golden et al. (MOJTAHEDI et al., 1988).

O termo raça fisiológica é definido como a habilidade de uma determinada população em parasitar determinadas plantas hospedeiras (TIHOHOD, 1989a). A identificação de raças fisiológicas em *Meloidogyne* é baseada na reação positiva ou negativa de plantas hospedeiro-diferenciadoras à infecção por *Meloidogyne* spp. (HARTMAN & SASSER, 1985).

A determinação de raças de *Meloidogyne* spp. auxilia na escolha de cultivares resistentes a raças específicas de uma determinada região (FRANZENER et al., 2005).

## 2.5 CONTROLE DE NEMATÓIDES

O controle químico de nematóides se faz pelo uso de moléculas químicas de amplo espectro de ação, alto poder residual (biocidas) e tóxica ao meio ambiente, atuando sobre microorganismos em geral (CAMPOS et al., 1998). Como exemplo pode-se citar princípios ativos como aldicarb e Carbofuran, os quais são utilizados em campos de produção agrícola no controle de nematóides (DINARDO-MIRANDA et al., 2004). No entanto, o seu uso é limitado a áreas com altas infestações e na impossibilidade da aplicação de outros métodos de controle (FERRAZ, 2001).

Os nematóides apresentam estruturas como a cutícula que funciona como barreira dificultando a penetração de substâncias químicas (LORDELLO, 1977; INOMOTO, 2001). Além disso, há também estruturas quimiorreceptoras como os anfídios e fasmídios, que alertam os nematóides da presença de moléculas nocivas (TIHOHOD, 1989b).

Segundo (PINTO & VASCONCELLO, 1992), os métodos mais recomendados no controle de nematóides são rotação de culturas e o uso de cultivares resistentes, devido ao alto custo e a baixa eficiência dos nematicidas,

principalmente quando uma mesma molécula química é utilizada por períodos prolongados.

O método de controle baseado na rotação de culturas consiste na diminuição do nível populacional, não levando à eliminação da espécie infestante (LORDELLO, 1977; LORDELLO *et al*, 2001).

Segundo Silva (2004) a rotação de culturas é amplamente utilizada no Brasil e no mundo, não oferecendo riscos de toxidez ao homem, além de melhorar as condições físicas e químicas do solo, tornando-o mais produtivo.

Maia (2004) recomenda o sorgo como uma das melhores alternativas de rotação para áreas de plantio de algodão infestadas com nematóides por ser desfavorável às principais espécies parasitas do algodoeiro.

Plantas antagônicas como *Crotalaria* spp. são também uma alternativa vantajosa para rotação, juntamente com mucuna e cravo-de-defunto. As crotalarias apresentam efeito antagônico a diferentes espécies como *Meloidogyne* spp, *P. brachyurus* e *R. reniformis*. Já espécies de mucuna são resistentes a *M. incognita*, mas hospedeiras de *M. javanica*, que é patógeno de uma série de outras culturas como a soja (MOURA, 1997).

## 2.6 RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO A NEMATÓIDES

Dentre os vários métodos de controle aplicados a nematóides, o mais economicamente viável e eficaz é o uso de cultivares resistentes (LORDELLO, 2001). Segundo Maia (2004), o uso de cultivares resistentes é uma ferramenta de grande potencial no controle de *M. incognita*.

De um modo geral, a resistência de plantas a nematóides não impede a penetração de formas infectivas. Neste caso, a resistência é expressa pela redução da taxa de reprodução (MOURA, 1997).

Diversos autores apontam o FR como parâmetro fundamental para a seleção de genótipos de algodoeiro resistentes a nematóides (SHEPERD, 1979; RUANO & ALMEIDA, 1986; CARNEIRO *et al.*, 2005).

A resistência do algodoeiro à interação *M. incognita* X *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* é difícil de ser incorporada. A resistência ao fungo, no entanto, é facilmente adquirida, mas facilmente quebrada pelo nematóide (INOMOTO, 2001).

A utilização de plantas geneticamente modificadas pode facilitar a incorporação de genes de resistência múltipla em plantas. No entanto, os procedimentos necessários para a liberação de cultivares geneticamente modificados são morosos e dependentes da aprovação pela Comissão Técnica Nacional de Biosegurança (ABRAÃO & MAZZAFERA, 2001).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 COLETA DE AMOSTRAS

Visitas técnicas em lavouras de algodão nos municípios de Altônia, Iporã, Mariluz, Moreira Sales, Pérola e Umuarama, localizadas no noroeste do Paraná (Tabela 1). O levantamento realizado neste estudo foi direcionado somente para áreas infestadas com *M. incognita*.

Raízes de plantas de algodão com presença de galhas no sistema radicular foram coletadas, acomodadas em sacos plásticos, etiquetadas e encaminhadas ao Laboratório de Nematologia da Unioeste, Marechal Cândido Rondon para análise.

Tabela 1. Levantamento de *M. incognita* em municípios do Noroeste do Paraná de dezembro de 2005 a fevereiro de 2006

<b>Municípios</b>	<b>Áreas visitadas</b>	<b>Isolados monoespecíficos</b>
Altônia	2	6
Iporã	3	9
Mariluz	2	6
Moreira Sales	1	3
Pérola	1	3
Umuarama	1	3

### 3.2 IDENTIFICAÇÃO DE *M. incognita*

*Meloidogyne incognita* foi identificado a partir de amostras de campo, tendo tido sua identidade confirmada também em isolados monoespecíficos mantidos em casa-de-vegetação em plantas de tomate.

Galhas do sistema radicular de plantas de algodão e tomate foram dissecadas ao microscópio estereoscópio para a extração de fêmeas. *Meloidogyne incognita* foi identificado com base na configuração da região perineal de fêmeas maduras (HARTMAN & SASSER, 1985) e pelo fenótipo para a isoenzima esterase (ESBENSHADE & TRIANTAPHYLLOU, 1990).

### 3.3 ESTABELECIMENTO E MULTIPLICAÇÃO DE ISOLADOS MONOESPECÍFICOS

Isolados monoespecíficos de *M. incognita* foram estabelecidos em vasos com capacidade para 1,5 Kg de solo, contendo uma planta de tomate Rutgers com duas folhas definitivas. Massas de ovos de fêmeas individuais foram inoculadas junto ao sistema radicular das plantas de tomate.

Após 60 dias da inoculação (dai), as plantas de tomates foram arrancadas dos vasos, o sistema radicular separado da parte aérea e lavado em água corrente.

As raízes foram então seccionadas em pedaços de aproximadamente 1 cm de comprimento e trituradas em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 0,5% em liquidificador a baixa rotação por 60 segundos (HUSSEY & BARKER, 1973). Após a homogeneização, a suspensão foi passada em três peneiras sobrepostas (60, 250 e 500 mesh). Os resíduos vegetais mais grosseiros foram retidos na primeira peneira (60) e o excesso de hipoclorito de sódio removido. Pequenos fragmentos de raízes foram retidos na segunda peneira (250), sendo que ovos e juvenis ficaram aderidos à terceira peneira (500 mesh). Os ovos e juvenis foram recolhidos em béquer e quantificados em lâmina de Peters antes da inoculação.

### 3.4 IDENTIFICAÇÃO DE RAÇAS FISIOLÓGICAS DE *M. incognita*

Para a identificação de raças de *M. incognita* seguiu-se a metodologia proposta por Hartman & Sasser (1985) para a reação de plantas hospedeiro-diferenciadoras ao parasitismo por *Meloidogyne* spp. (Tabela 2).

Tabela 2. Hospedeiros diferenciais usados na identificação de raças de *Meloidogyne*, sendo (+) hospedeiro resistente e (-) hospedeiro suscetível (Hartman & Sasser, 1985).

<i>M. incognita</i>	Fumo	Algodão	Pimenta	Melancia	Amendoim	Tomate
Raça 1	-	-	+	+	-	+
Raça 2	+	-	+	+	-	+
Raça 3	-	+	+	+	-	+
Raça 4	+	+	+	+	-	+

As plantas diferenciadoras de algodão Delta Pine 61, pimentão Early Califórnia Wonder, fumo NC 95, melancia Charleston Gray, amendoim Florunner e tomate Rutgers foram cultivadas em tubetes de 7x18 cm contendo solo e areia na proporção de 1,5:1 previamente autoclavado. Os tubetes apresentavam capacidade para 400 gramas de solo.

As plantas diferenciadoras foram inoculadas com 5.000 ovos e formas J2 por ocasião da quarta folha definitiva. Foram adicionados 3 ml de solução de inóculo por tubete, junto ao sistema radicular das mesmas. O ensaio foi representado por cinco repetições.

Os tubetes foram mantidos em casa-de-vegetação a 27°C com UR de 60% (Figura 1). A avaliação ocorreu aos 60 dai, tendo-se avaliado o número de galhas por planta diferenciadora.

Dos isolados testados para a identificação de raça, três foram selecionados (Iporã 2, Moreira Sales e Umuarama) com base na agressividade apresentada em plantas diferenciadoras e utilizados nos testes de resistência de genótipos de algodoeiro em casa-de-vegetação. Para testes de resistência a campo, selecionou-se apenas uma área correspondente a um dos três isolados.





Figura 1. Plantas hospedeiro-diferenciadoras inoculadas com *M. incognita* e mantidas em casa-de-vegetação.

### 3.5 RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO A *M. incognita* RAÇA 3 EM CASA-DE-VEGETAÇÃO

#### 3.5.1 Preparo de solo e semeadura

Os experimentos visando a seleção de genótipos de algodão a *M. incognita* foram conduzidos em casa de vegetação do setor de Nematologia do Centro de Pesquisa da Coodetec em Cascavel - PR, no período de março a junho de 2007.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com trinta e um tratamentos (genótipos) e dez repetições (Tabela 3). Os cultivares IAC 24 e Fiber Max 966 foram utilizados como padrão de resistência (testemunha negativa) e suscetibilidade (testemunha positiva), respectivamente.

Os genótipos testados foram cultivados em tubetes de 7 X 18 cm contendo substrato estéril composto por solo e areia na proporção 1,5:1 e adubado com 2 gramas de NPK 8-20-20. Os tubetes foram irrigados por 2 dias antes da semeadura,

para a eliminação do manganês. Foram semeadas três sementes, deixando-se apenas uma planta definitiva por tubete (Figura 2)..



Figura 2. Genótipos de algodoeiro inoculados com *M. incognita* raça 3 e mantidos em casa-de-vegetação.

### 3.5.2 Inoculação

Os genótipos de algodoeiro foram mantidos em casa de vegetação a temperatura de 27 °C e 60 % de U.R. Genótipos com duas folhas definitivas foram inoculados com 3 ml de solução contendo 5.000 ovos e juvenis de *Meloidogyne incognita* raça 3. A quantificação de ovos e juvenis foi determinada em lâmina de Peters com o auxílio de um microscópio estereoscópio em aumento de 40X. Os tubetes inoculados foram irrigados com um borrifador várias vezes ao dia.

### 3.5.3 Avaliação

Os genótipos inoculados foram avaliados em duas épocas distintas: aos 70 dai e aos 120 dai. Foram usados os seguintes parâmetros de avaliação: Contagem do número total de galhas e do número de ovos por sistema radicular, além do cálculo do (FR). A contagem do número de galhas foi realizada utilizando-se um microscópio estereoscópio com fonte de luz acessória com aumento de 40 x. O número de ovos de cada sistema radicular foi estimado por contagem em lâmina de Peters com o auxílio de um microscópio ótico com aumento de 40 X. Os dados obtidos para número de ovos e número de galhas foram transformados para  $\log X + 1$ .

### 3.5.4 Cálculo do fator de reprodução e análise estatística

O (FR) foi calculado pela seguinte fórmula:  $FR = Pf/Pi$ , onde Pf (população final) e Pi (população inicial). Considerou-se como R genótipos com  $FR < 1$ , MR para  $1 \geq FR < 2$ , MS para  $2 \geq FR < 3$  e S para  $FR > 3$  de acordo com HARTMAN & SASSER (1985) e HUSSEY & BARKER (1973).

Os valores de FR foram transformados para  $\sqrt{X}$ . Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa Genes (Viçosa), utilizando o teste de diferença de médias Scott Knott a 5% de probabilidade, de acordo com Zanella et al. (2005).

### 3.6 SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO A *M. incognita* RAÇA 3 A CAMPO

#### 3.6.1 Unidade experimental

O experimento foi conduzido em uma área de produção comercial de algodão localizada no município de Moreira Sales, Noroeste do Paraná, na safra de verão 2006/2007. A área cedida para o experimento apresentava um histórico de três anos consecutivos de cultivo de algodão.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com trinta e um tratamentos e dez repetições. Para este ensaio, utilizou-se os mesmos genótipos testados em casa-de-vegetação (Tabela 3).

A unidade experimental abrangeu uma área de 120,75 m<sup>2</sup> com plantio aleatório de algodão em covas e espaçamento entre plantas de 50 X 50 cm (Figura 3). Os cultivares IAC 24 e Fiber Max 966 foram utilizados como padrões de resistência e suscetibilidade, respectivamente, tendo sido dispostos nas bordaduras dos blocos (Figura 4).

Amostras de solo, coletadas na área experimental, foram enviadas ao laboratório de solos da Coodetec para análise da composição física. O solo amostrado apresentou teor de argila 8%, teor de Silte 4% e 88 % de areia

Tabela 3. Genótipos de algodoeiro utilizados nos testes de resistência a *Meloidogyne incognita* raça 3 em casa de vegetação e a campo.

FMT 701	CD02-621	CD04-3040	CD04-5281	CD05-485	CD05-1087
CD406	CD02-1637	CD04-3278	CD04-2990	CD05-700	CD05-1170
CD408	CD03-5198	CD04-3816	CD05- 206	CD05-862	CD05-1222
CD409	CD04-4939	CD04-4721	CD05-243	CD05-945	CD05-1323
CD410	CD04-3361	CD04-5081	CD05-419	CD05-1039	FM966 TS (S)
IAC 24 TS (R)					



Figura 3. Unidade experimental instalada em Moreira Sales – PR demarcada com fita ao fundo.



Figura 4. Bordadura de blocos mostrando o plantio em covas de cv. IAC 24 (padrão de resistência) demarcada com estaca e intercalando com o cv. Fiber Max 966 (padrão de suscetibilidade)

### 3.6.2 Coleta de amostras e quantificação de *M. incognita*

Por ocasião da implantação do experimento (novembro de 2006) foram coletadas amostras de solo em cinco pontos distintos na unidade experimental de Moreira Sales, sendo quatro nas extremidades e um no centro. Este procedimento foi repetido em fevereiro de 2007 (durante o experimento) e março de 2007, este último após a avaliação final. As amostras coletadas foram quantificadas quanto a presença ou ausência de J2 (Figura 5).

Amostras de 100 cc de solo foram homogêneas com água em recipiente plástico com capacidade para 10 L. A solução foi passada em peneira de 48 sobre peneira de 400 mesh e o conteúdo da peneira de 400, recolhido em béquer com auxílio de um pissete com água. O conteúdo do béquer foi colocado em tubos de centrifuga, centrifugado a 3.000 rpm/5min. e o líquido sobrenadante descartado. Após, o precipitado foi homogêneo em solução de sacarose (1,15 g/L), centrifugado a 2.000 rpm/1 min. e o sobrenadante passado em peneira de 400 mesh, sendo posteriormente recolhido em béquer com o auxílio de um pissete.

Juvenis de segundo estágio foram quantificados em lâmina de Peters com o auxílio de um microscópio ótico.

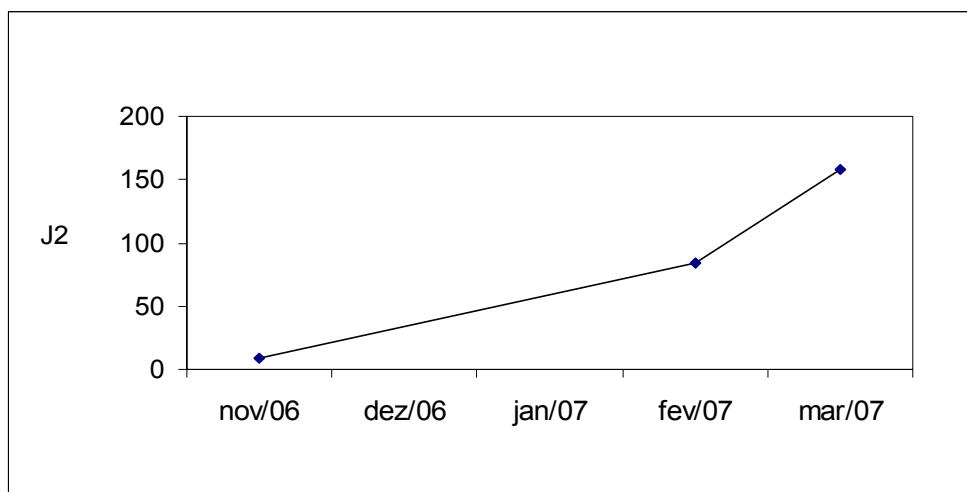


Figura 5. Dinâmica populacional de *M. incognita* no experimento de campo em Moreira Sales / PR.

### 3.6.3 Avaliação

A avaliação a campo foi iniciada 126 dias após a semeadura dos genótipos de algodão. Plantas de algodão foram extraídas e o sistema radicular avaliado de acordo com a escala de notas visuais proposta por HORSFALL & BARRAT (1945) (Tabela 4).

Tabela 4. Escala de notas usadas para avaliação a campo.

Notas	Número de galhas	Classificação
1	0 – 3	R
2	4 – 10	MR
3	11 – 30	MS
4	31 – 100	S
5	+ de 100	AS

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 LEVANTAMENTO DE *M. incognita* EM MUNICÍPIOS DO NOROESTE DO PARANÁ

Ao todo foram visitadas 10 propriedades em seis municípios da região noroeste do Paraná. Das propriedades visitadas, todas apresentaram focos de infestação de *M. incognita*. Os ensaios realizados em plantas hospedeiro-diferenciadoras evidenciaram a presença da raça 3 deste nematóide para todos os isolados monoespecíficos testados (Tabela 5).

Os resultados apresentados estão de acordo com o teste de plantas diferenciadoras da Carolina do Norte (Hartman & Sasser (1985) (Tabela 2). Os isolados testados não induziram a formação de galhas em amendoim Florunner e fumo NC 95, sendo patogênicos às demais diferenciadoras como tomate Rutgers, melancia Charleston Gray, pimentão Early Califórnia Wonder e algodão Deltapine 61 (Tabela 5).

Os dados obtidos neste trabalho estão de acordo com os relatados anteriormente por Ruano et al. (1985) & Inomoto (2001), os quais afirmaram ser a raça 3 a mais disseminada e comum no Paraná. Silva et al. (2004) também citaram a predominância da raça 3 no Paraná, ressaltando a sua importância também para outros estados como Mato Grosso.

Levantamentos anteriores apontam para a associação de *M. incognita* com outras espécies de nematóides de importância econômica. Silva & Carneiro (1994), em levantamento realizado no Paraná, relataram a presença de *M. incognita* associado a *R. reniformis*. Asmus (2004), em levantamento realizado no Mato Grosso do Sul, relatou a presença de *M. incognita* em 27,7% das áreas amostradas, além de *R. reniformis* em 16,8% e *P. brachyurus* em 65,2%.



Apesar da raça 3 de *M. incognita* ser a mais comumente encontrada em campos de produção comercial de algodão no Brasil (CARNEIRO et al., 1990; LORDELLO et al., 1984), a raça 4 deste nematóide já foi relatada nos estados de SP, PR e MT, causando perdas de produção (MACHADO et al., 2006).

Levantamentos de doenças ocasionadas por patógenos específicos, como para *M. incognita* raça 3 em algodão, são de fundamental importância para a recomendação de cultivares resistentes a uma determinada região e como apoio a programas de melhoramento visando a resistência genética de genótipos de algodoeiro.

Sendo assim, considerando as limitações inerentes a qualquer levantamento, não está descartada a presença da raça 4 na região Noroeste do Paraná, uma vez que a mesma já foi relatada no estado do Paraná (MACHADO et al., 2006). No entanto, na área de abrangência deste estudo, somente a raça 3 de *M. incognita* foi encontrada.

Tabela 5. Reação de plantas diferenciadoras a diferentes isolados monoespecíficos de *M. incognita*.

Isolados	Plantas Diferenciadoras						Raça
	Tomate	Pimentão	Melancia	Amendoim	Algodão	Fumo	
Altônia 1	90*	57	73	00	30	00	03
Altônia 2	134	48	83	00	22	00	03
Umuarama	158	40	71	00	86	00	03
Iporã 1	126	48	74	00	27	00	03
Iporã 2	162	73	60	00	18	00	03
Iporã 3	140	63	50	00	17	00	03
Mariluz 1	131	35	49	00	22	00	03
Mariluz 2	54	17	29	00	19	00	03
Pérola	133	29	54	00	19	00	03
M. Sales	103	41	34	00	70	000	03

\*Média de galhas em 5 repetições em cada planta diferenciadora.

## 4.2 SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO COM RESISTÊNCIA A *MELOIDOGYNE INCOGNITA* RAÇA 3

### 4.2.1 Ensaio de casa-de-vegetação

#### 4.2.1.1 Avaliação em tubetes

Os ensaios de casa-de-vegetação foram realizados em tubetes, apesar de diferentes autores terem utilizado vasos para testes de genótipos de algodoeiro e milho com resistência a *M. incognita* raça 3 (Carneiro et al., 2005; Zanella et al., 2005; Lordello et al., 2001). No entanto, Machado et al. (2006), para testes de resistência de algodão a *P. brachyurus*, utilizaram copos plásticos com 400 cc de substrato.

A inoculação de genótipos de algodoeiro em tubetes permitiu um melhor aproveitamento do espaço em casa-de-vegetação, favorecendo a avaliação de um maior número de plantas por área, além de permitir a diferenciação dos genótipos testados quanto à resistência ou suscetibilidade à *M. incognita* raça 3 (Figura 2).

#### 4.2.1.2 Avaliação entre épocas e entre isolados

Observou-se diferença estatística significativa entre épocas de avaliação (70 e 120 dai) e entre isolados de *M. incognita* para diferentes genótipos testados, considerando-se os parâmetros número de galhas e FR.

A avaliação aos 70 dai, permitiu a diferenciação dos genótipos testados, porém com certa restrição pois, houveram diferenças na classificação da resistência para alguns genótipos avaliados aos 120 dai (Tabelas 6, 7 e 8). Carneiro et al. (2005) avaliaram genótipos de algodoeiro à *M. incognita* raça 3 completados 120 dai, permitindo à classificação dos genótipos testados como R, MR e S. Zanella et al. (2005) avaliaram genótipos de algodoeiro aos 59 dai, tendo selecionado somente genótipos suscetíveis.

Os resultados apresentados nas (Tabelas 6, 7 e 8) revelam que a avaliação aos 70 dai em casa-de-vegetação não é conclusiva, pois para alguns genótipos a avaliação aos 120 dai provocou aumento ou mesmo redução do FR para os três isolados testados (Tabela 10).

O aumento ou diminuição do FR aos 120 dai pode estar relacionado aos mecanismos de interação existentes entre patógeno e hospedeiro. Sendo assim, alguns genótipos levam mais tempo para expressar a sua resistência ou suscetibilidade frente a diferentes isolados de *M. incognita*.

Além disso, ao longo de 120 dias, um maior número de ciclos reprodutivos do patógeno pode ser completado, permitindo uma melhor colonização do sistema radicular das plantas, essencial para a avaliação de parâmetros como número de galhas e FR.

Com relação aos isolados, Umuarama foi o mais agressivo para 68% dos genótipos, seguido de Moreira Sales com 26% e Iporã2 com 6% aos 120 dai (Tabelas 6, 7 e 8). Segundo Kirkpatrick & Sasser (1983), populações de nematóides de galha apresentam grande variabilidade quanto à virulência em plantas de algodão, fato este também relatado por Zhou et al. (2000). Carneiro et al. (2005) recomenda que testes de genótipos de algodoeiro em casa-de-vegetação sejam realizados com diferentes populações de *M. incognita*, fato este também comprovado neste trabalho, onde as três populações testadas foram fundamentais à seleção dos genótipos de algodoeiro testados.

Os dados obtidos neste estudo confirmaram que o isolado de Umuarama permitiu uma avaliação mais precisa da resistência apresentada pelos genótipos de algodoeiro testados. No entanto, o genótipo CD 05-700 foi classificando como MS pelo isolado de Moreira Sales, mas como R para Umuarama e Iporã. Já o genótipo CD 04-5081 foi classificado como MR por Iporã e R por Umuarama e Moreira Sales (Tabelas 6, 7 e 8). Sendo assim somente através da análise conjunta de diferentes isolados foi possível realizar uma correta avaliação dos genótipos testados.

#### 4.2.1.3 Número de galhas X FR

Dos parâmetros avaliados neste estudo, o fator de reprodução (FR) foi o mais confiável na separação dos genótipos de algodoeiro, quando comparado ao número de galhas por sistema radicular (Tabelas 6, 7 e 8). O parâmetro número de galhas não permitiu uma avaliação correta da resistência dos genótipos testados, misturando genótipos com diferentes classificações. Como exemplo pode-se citar os cultivares CD05-945 com média de 119 galhas e FR 1,63, CD05-700 com 281 galhas e FR 0,76 e CD04-5081 com 171 galhas e FR 0,54 aos 120 dai (Tabela 8).

Os dados obtidos neste estudo confirmam relatos anteriores feitos por Carneiro et al. (2005) e Zanella et al. (2005), os quais citaram o FR como o critério mais importante na seleção de genótipos de algodoeiro em casa-de-vegetação.

Uma das grandes vantagens em se avaliar o FR de *M. incognita* em plantas de algodão é a classificação de genótipos em diferentes níveis de resistência, diferenciando aqueles que apresentaram número de galhas elevado, mas com baixa taxa reprodutiva, daqueles com pequeno número de galhas e elevada taxa de reprodução.

Segundo alguns autores (Jenkins et al., 1995; Suassuna et al., 2006; McClure et al., 1974), a resistência do algodoeiro a *M. incognita* é expressa pela sua capacidade em limitar a reprodução do nematóide e não pelo impedimento à sua penetração e formação de galhas. Para Zanella et al. (2005), infecções causadas por *M. incognita* podem levar à formação de um número elevado de galhas, mas com baixa produção de ovos por fêmea.

Segundo Carneiro et al. (2005), a avaliação apenas pelo número total de galhas dificulta a diferenciação de genótipos com resistência moderada, agrupando-os com os suscetíveis, mas permitindo a diferenciação dos resistentes. Para os dados obtidos neste estudo, independentemente do isolado testado, a avaliação pelo número de galhas dificultou também a seleção de genótipos resistentes, misturando-os com os suscetíveis (Tabela 9).

#### 4.2.1.4 Avaliação de genótipos de algodoeiro

O FR obtido para os trinta e um genótipos testados considerando a avaliação feita aos 120 dai para os três isolados, possibilitou a classificação dos mesmos em diferentes categoria com base na resistência à *M. incognita*.

Os genótipos CD05-1222, CD05-419, CD05-1087, CD05-1323 e CD05-1170 foram classificados como R (Tabela 10), permanecendo aos demais como MR, MS e S (Tabelas 6, 7 e 8).

A avaliação da altura de plantas não foi realizada devido à presença de genótipos com diferentes características genéticas, dificultando a interpretação dos dados. A avaliação do índice de carijó em folhas não foi realizada devido à ausência de sintomas visuais a campo para os genótipos testados.

Tabela 6. Média do número de galhas e fator de reprodução de genótipos de algodoeiro a *M. incognita* raça 3, isolado de Moreira Sales, avaliado aos 70 e 120 dai.

Genótipos	Números de galhas*		Fator de reprodução*		Classificação	
	70 (dai)	120 (dai)	70 (dai)	120 (dai)	70 (dai)	120 (dai)
FMT 701	224	171	0.43	0.48	R	R
CD 406	383	386	2.45	1.87	MS	MR
CD 408	637	500	2.45	1.63	MS	MR
CD 409	290	310	1.15	0.96	MR	R
CD 410	186	180	1.73	1.48	MR	MR
CD02-621	261	302	1.15	1.05	MR	MR
CD02-1637	187	182	1.49	1.34	MR	MR
CD03-5198	310	266	2.98	2.54	MS	MS
CD04-4939	260	376	1.58	1.15	MR	MR
CD04-3361	270	268	2.98	2.30	MS	MS
CD04-3040	145	95	0.91	0.67	R	R
CD04-3278	357	325	2.78	1.20	MS	MR
CD04-3816	428	213	1.15	1.0	MR	R
CD04-4721	346	303	0.77	0.81	R	R
CD045081	301	104	0.96	0.24	R	R
CD04-5281	467	397	2.11	1.15	MS	MR
CD04-2990	427	395	1.20	2.10	MR	MS
CD05-206	372	368	3.07	2.0	S	MS
CD05-243	503	836	6.22	3.81	AS	S
CD05-419	204	282	0.38	0.33	R	R
CD05-485	220	138	1.44	0.96	MR	R
CD05-700	549	426	2.40	2.25	MS	MS
CD05-865	345	681	3.31	1.05	S	MR
CD05-945	71	238	0.24	0.19	A	R
CD05-1039	318	314	3.26	1.29	S	MR
CD05-1087	62	33	0.10	0.14	A	R
CD05-1170	83	58	0.19	0.0	A	R
CD05-1222	262	226	0.10	0.28	A	R
CD05-1323	268	367	0.5	0.19	R	R
Test (S)	310	834	1.68	9.60	MR	S
Tes (R)	329	206	0.91	0.43	R	R
Média	302.4	302.8	1.68	1.41	-	-

\*Dados não transformados;

Tabela 7. Média do número de galhas e fator de reprodução de genótipos de algodoeiro a *M. incognita* raça 3, isolado de Iporã, avaliado aos 70 e 120 dai.

Genótipos	Números de galhas*		Fator de reprodução*		Classificação	
	70 (dai)	120 (dai)	70 (dai)	120 (dai)	70 (dai)	120 (dai)
FMT 701	459	449	0.33	0.04	R	R
CD 406	465	650	1.48	1.63	MR	MR
CD 408	425	771	0.91	1.39	R	MR
CD 409	222	235	1.10	1.24	MR	MR
CD 410	583	436	0.76	1.44	R	MR
CD02-621	243	621	1.15	0.96	MR	R
CD02-1637	250	205	1.39	1.20	MR	MR
CD03-5198	191	248	6.48	4.60	S	S
CD04-4939	106	553	1.0	1.92	R	MR
CD04-3361	205	334	3.93	1.05	S	MR
CD04-3040	285	325	0.86	0.91	R	R
CD04-3278	222	225	0.33	0.90	R	R
CD04-3816	161	265	0.48	0.09	R	R
CD04-4721	169	304	0.43	0.86	R	R
CD045081	145	508	1.10	1.30	MR	MR
CD04-5281	344	284	0.86	0.67	R	R
CD04-2990	420	427	1.15	1.70	MR	MR
CD05-206	252	248	1.70	1.20	MR	MR
CD05-243	399	375	2.0	1.89	MS	MR
CD05-419	112	324	0.91	0.19	R	R
CD05-485	136	264	0.48	0.24	R	R
CD05-700	241	576	0.67	0.76	R	R
CD05-862	214	269	0.19	0.67	R	R
CD05-945	79	397	0.52	0.67	R	R
CD05-1039	392	327	1.39	1.68	MR	MR
CD05-1087	123	81	0.04	0.04	R	R
CD05-1170	272	78	0.67	0.04	R	R
CD05-1222	232	170	0.09	0.24	R	R
CD05-1323	441	248	0.33	0.28	R	R
Test (S)	451	556	3.21	1.82	S	MR
Tes (R)	236	125	0.67	0.09	R	R
Médias	273.4	350.9	1.18	1.02	-	-

\*Dados não transformados

Tabela 8. Média do Número de Galhas e Fator de Reprodução de genótipos de algodoeiro a *M. incognita* raça 3, isolado de Umuarama, avaliado aos 70 e 120 dai.

Genótipos	Galhas*		FR*		Classificação	
	70 (dai)	120 (dai)	70 (dai)	120 (dai)	70 (dai)	120 (dai)
FMT 701	356	333	2.35	1.82	MS	MR
CD 406	292	187	3.07	2.30	S	MS
CD 408	497	478	5.66	6.38	S	S
CD 409	471	407	3.79	3.50	S	S
CD 410	536	517	3.79	4.70	S	S
CD02-621	330	326	1.20	1.34	MR	MR
CD02-1637	388	318	1.48	2.06	MR	MS
CD03-5198	425	362	4.46	3.64	S	S
CD04-4939	289	277	6.0	7.72	S	S
CD04-3361	388	400	1.92	3.50	MR	S
CD04-3040	289	205	3.40	4.75	S	S
CD04-3278	291	228	2.92	4.65	MS	S
CD04-3816	356	388	1.58	1.87	MR	MR
CD04-4721	345	273	3.12	5.52	S	S
CD045081	199	171	0.95	0.54	R	R
CD04-5281	217	199	1.58	1.77	MR	MR
CD04-2990	457	482	2.00	2.2	MS	MS
CD05-206	492	500	2.73	2.30	MS	MS
CD05-243	471	386	4.17	5.28	S	S
CD05-419	137	100	0.33	0.76	R	R
CD05-485	180	132	0.38	0.43	R	R
CD05-700	200	281	0.48	0.76	R	R
CD05-865	286	235	1.63	2.25	MR	MS
CD05-945	183	119	1.15	1.63	MR	MR
CD05-1039	299	334	3.55	2.16	S	MS
CD05-1087	223	213	0.67	0.72	R	R
CD05-1170	270	114	0.72	0.67	R	R
CD05-1222	156	120	0.86	0.28	R	R
CD05-1323	149	343	0.19	0.76	R	R
Test (S)	415	475	2.44	5.14	MS	S
Tes (R)	541	156	2.30	1.2	MS	MR
Médias	326.7	292.2	2.28	2.66	-	-

\*Dados não transformados;



Tabela 9. Avaliação de genótipos de algodoeiro com relação à média do número de galhas por planta aos 120 dai.

Genótipos	M. Sales	Genótipos	Iporã	Genótipos	Umuarama
CD05-1087 (R)*	1.46 a **	CD05-1170 (R)	1.85 a	CD05- 945 (MR)	1.96 a
CD05-1170 (R)	1.69 b	CD051087 (R)	1.88 a	CD05-419 (R)	1.99 a
CD04-3040 (R)	1.92 c	TES (R) (R)	2.07 b	CD05-1222 (R)	2.01 a
CD045081 (R)	2.01 c	CD05-1222 (R)	2.18 c	CD05-1170 (R)	2.03 a
CD05-485 (R)	2.10 c	CD02-1637 (MR)	2.27 c	CD05-485 (R)	2.07 a
FMT 701 (R)	2.18 d	CD04-3278 (R)	2.30 c	TES (R) (MR)	2.12 a
CD 410 (MR)	2.22 d	CD05-1323 (R)	2.33 c	CD04-5081 (R)	2.19 b
CD02-1637 (MR)	2.24 d	CD 409 (MR)	2.34 c	CD 406 (MS)	2.25 b
TEST (R) (R)	2.27 d	CD03-5198 (S)	2.37 c	CD04-5281 (MR)	2.27 b
CD04-3816 (R)	2.30 d	CD05-485 (R)	2.37 c	CD04-3040 (S)	2.28 b
CD05-1222 (R)	2.32 d	CD05-206 (MR)	2.38 c	CD05-1087 (R)	2.30 b
CD05-945 (R)	2.36 d	CD04-4939 (MR)	2.41 c	CD04-3278 (S)	2.32 b
CD03-5198 (MS)	2.41 e	CD05-865 (R)	2.41 c	CD04-4721 (S)	2.33 b
CD04-3361 (MS)	2.42 e	CD05-1039 (MR)	2.41 c	CD05-865 (MS)	2.33 b
CD05-419 (R)	2.44 e	CD04-3816 (R)	2.41 c	CD05-700 (R)	2.39 c
CD05-1039 (MR)	2.45 e	CD04-4721 (R)	2.42 c	CD04-4939 (S)	2.41 c
CD04-4721 (R)	2.45 e	CD04-5281 (R)	2.42 c	CD02-1637 (MS)	2.48 c
CD 409 (R)	2.46 e	CD05-945 (R)	2.43 c	CD02-621 (MR)	2.50 c
CD02-621 (MR)	2.47 e	CD05-419 (R)	2.44 c	CD05-1323 (R)	2.51 c
CD04-3278 (MR)	2.47 e	CD04-3040 (R)	2.46 c	CD 409 (S)	2.51 c
CD 406 (MR)	2.52 e	CD04-3361 (MR)	2.51 d	CD05-1039 (MS)	2.51 c
CD05-1323 (R)	2.52 e	CD05-243 (MR)	2.54 d	FMT 701 (MR)	2.51 c
CD04-4939 (MR)	2.53 e	CD 410 (MR)	2.63 d	CD03-5198 (S)	2.54 c
CD05-865 (MR)	2.53 e	CD04-5081 (MR)	2.65 d	CD05-243 (S)	2.55 c
CD05-206 (MS)	2.54 e	FMT 701 (R)	2.65 d	CD04-3816 (MR)	2.56 c
CD04-5281 (MR)	2.56 e	CD05-700 (R)	2.70 e	CD04-3361 (S)	2.56 c
CD05-700 (MS)	2.61 e	FM 966 (MR)	2.72 e	FM 9666 (S)	2.65 d
CD 408 (MR)	2.66 e	CD02-621 (R)	2.74 e	CD 408 (S)	2.67 d
CD05-243 (S)	2.79 f	CD 406 (MR)	2.78 e	CD05-206 (MS)	2.68 d
FM 966 (S)	2.91 f	CD 408 (MR)	2.82 e	CD 410 (S)	2.67 d

\* Classificação de resistência baseada no FR.

\*\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade; Dados convertidos para log X+1.

Tabela 10. Efeito da época de avaliação e agressividade de isolados no FR de *M. incognita* raça 3 em genótipos de algodoeiro.

Genótipos	Iporã		Moreira Sales		Umuarama	
	FR	Classificação	F R	Classificação	F R	Classificação
	70/120 dias	70/120 dias	70/120 dias	70/120 dias	70/120 dias	70/120 Dias
CD05- 419	0.91/0.19	R/R	0.38/0.33	R/R	0.33/0.76	R/R
CD05-1222	0.09/0.24	R/R	0.10/0.28	R/R	0.86/0.28	R/R
CD05-1087	0.04/0.04	R/R	0.10/0.14	R/R	0.67/0.72	R/R
CD05-1323	0.33/0.28	R/R	0.50/0.19	R/R	0.19/0.76	R/R
CD05-1170	0.67/0.04	R/R	0.19/00	R/R	0.72/0.67	R/R

#### 4.3 AVALIAÇÃO A CAMPO

Os resultados obtidos a campo mostraram que a avaliação por escala de notas (Tabela 4) permitiu a separação dos genótipos testados em 4 grupos, de acordo com o teste Scott Knott a 5% de probabilidade (Tabela 11).

De acordo com a Tabela 11, o primeiro grupo englobou nove genótipos com notas que variaram de 1,60 a 2,10 ou 14 a 19% de galhas por raiz analisada, estes classificados como R pela escala de notas proposta por Horsfall e Barrat (1945), devido apresentar-se como intermediário (Tabela 11), permanecendo o segundo grupo com onze genótipos e médias de 2,20 a 2,70 ou 20 a 24% de galhas. O terceiro grupo, com cinco genótipos, apresentou médias de 2,8 a 3,2 (25 a 29%) e o quarto, também com cinco genótipos, médias de 3,6 a 3,9 (30 a 35%). A avaliação a campo possibilitou a separação dos genótipos em diferentes categorias, tendo classificado como MR, MS, e S de acordo com a escala de notas proposta por Horsfall & Barrat (1945).

Tabela 11. Média de notas atribuídas ao número de galhas presentes em raízes de genótipos de algodão a campo.

<b>Genótipo</b>	<b>Nota</b>	<b>Classificação</b>
CD 05-945 <b>(R)</b> *	1.60 <b>a</b> **	R ? ***
CD 05-1087 <b>(R)</b>	1.70 <b>a</b>	R ?
CD 05-1170 <b>(R)</b>	1.70 <b>a</b>	R ?
CD 05-243 <b>(S)</b>	1.90 <b>a</b>	R ?
CD 05-419 <b>(R)</b>	1.90 <b>a</b>	R ?
CD 05-1222 <b>(R)</b>	2.00 <b>a</b>	MR
CD 05-1323 <b>(R)</b>	2.00 <b>a</b>	MR
CD 05-485 <b>(R)</b>	2.00 <b>a</b>	MR
CD 04-3816 <b>(MR)</b>	2.10 <b>a</b>	MR
CD 04-4939 <b>(S)</b>	2.20 <b>b</b>	MR
Test (R) IAC 24 <b>(R)</b>	2.20 <b>b</b>	MR
CD 04-3361 <b>(S)</b>	2.20 <b>b</b>	MR
CD 04-3278 <b>(S)</b>	2.20 <b>b</b>	MR
CD 04-3040 <b>(S)</b>	2.30 <b>b</b>	MR
CD 04-4721 <b>(S)</b>	2.40 <b>b</b>	MR
CD 04-5081 <b>(MR)</b>	2.40 <b>b</b>	MR
CD 04-5281 <b>(MR)</b>	2.40 <b>b</b>	MR
CD 409 <b>(S)</b>	2.60 <b>b</b>	MR
CD 02-621 <b>(MR)</b>	2.60 <b>b</b>	MR
CD 05-700 <b>(MS)</b>	2.70 <b>b</b>	MR
CD 02-1637 <b>(MS)</b>	2.80 <b>c</b>	MS
CD 410 <b>(S)</b>	2.90 <b>c</b>	MS
FMT 701 <b>(MR)</b>	3.00 <b>c</b>	MS
CD 05-1039 <b>(MS)</b>	3.10 <b>c</b>	MS
CD 408 <b>(S)</b>	3.20 <b>c</b>	MS
CD 406 <b>(MS)</b>	3.60 <b>d</b>	S
CD 03-5198 <b>(S)</b>	3.7 <b>d</b>	S
CD 05-862 <b>(MS)</b>	3.70 <b>d</b>	S
CD 05- 206 <b>(MS)</b>	3.90 <b>d</b>	S
Test (S) FM966 <b>(S)</b>	3.90 <b>d</b>	S

\* Classificação FR em casa de vegetação.

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

\*\*\* Médias de notas de acordo com Horsfall & Barrat (1945)

#### 4.4 AVALIAÇÃO A CAMPO X CASA-DE-VEGETAÇÃO

Dos genótipos com melhor desempenho a campo, apenas CD 05-945 (FR 1,63), CD 05-243 (FR 5,28) e CD 04-3816 (FR 1,87) não estão em conformidade com os testes de casa-de-vegetação (Tabelas 6, 7, 8 e 11). Os seis genótipos restantes com melhor desempenho a campo (Tabela 11) foram CD 05-1087 (FR 0,72), CD 05-1170 (FR 0,67), CD 05-419 (FR 0,76), CD 05-1222 (FR 0,28), CD 05-1323 (FR 0,76), CD 05-485 (FR 0,96), os quais confirmaram os dados obtidos previamente para os ensaios de casa-de-vegetação (Tabelas 6, 7 e 8).

Apesar da avaliação a campo, em sua maioria, ter possibilitado a seleção de genótipos de algodão em conformidade com os testes em casa-de-vegetação, alguns genótipos obtiveram classificações diferentes das obtidas em condição controlada. Como exemplo pode-se citar o genótipo CD05-243 e CD04-4939, classificado como S em casa-de-vegetação e MR a campo (Tabelas 6, 7, 8 e 11).

Esses resultados mostram que ensaios em casa-de-vegetação apresentam uma maior pressão de seleção devido à maior concentração de inóculo inicial (5.000 J2), a qual dificilmente é obtida a campo. Além disso, ensaios realizados somente a campo pode levar a erros de interpretação e à seleção de genótipos suscetíveis como MR e R.

Os principais fatores que contribuem para erros de interpretação à campo são a concentração de inóculo e a interação com ambiente quando este é desfavorável à infecção e reprodução dos nematóides. Um outro fator negativo é a metodologia de avaliação a campo, a qual é baseada no número de galhas por raiz e não no FR.

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que os testes, tanto em casa-de-vegetação quanto a campo, visando a resistência de genótipos de algodoeiro à *M. incognita* são necessários e complementares. Ensaio em casa-de-vegetação permitem uma avaliação mais precisa da interação parasito-hospedeiro, uma vez que há controle ambiental (temperatura e umidade) e inóculo abundante, ambos fundamentais para o processo infectivo e reprodutivo de *M. incognita*. Por outro lado, ensaios a campo permitem um melhor entendimento da interação parasito-hospedeiro-ambiente, sendo dependentes da concentração e distribuição do inóculo e das variações climáticas (umidade e temperatura) durante o período de realização dos ensaios.

Como os ensaios de campo visando à resistência de genótipos de algodoeiro à *M. incognita* são trabalhosos e envolvem a escolha de áreas naturalmente infestadas com nematóides, as quais nem sempre são homogêneas em termos de inóculo, sugere-se que a seleção prévia de genótipos seja realizada em casa-de-vegetação com ambiente controlado para diferentes isolados e posterior teste dos genótipos a campo. A seleção final, no entanto, deve considerar apenas genótipos que obtiveram performance similar tanto a campo quanto em casa-de-vegetação.

Os genótipos selecionados neste trabalho, por ensaios em casa-de-vegetação e a campo, são cultivares conhecidas comercialmente e linhagens em fase final de preparação para lançamento comercial e, caso sejam lançados comercialmente, são altamente recomendáveis para áreas infestadas com *M. incognita* no noroeste do Paraná. No entanto, a recomendação dos mesmos para outras regiões produtoras de algodão do Brasil, dependerá de ensaios a campo nas respectivas regiões.

Os genótipos classificados neste estudo como R deverão ser submetidos a testes de resistência específica a outros nematóides como *R. reniformis* e *P. brachyurus*, além de testes de resistência múltipla a outras doenças do algodoeiro, como os realizados por Cia et al. (2003).

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo permitiram as seguintes conclusões:

- *Meloidogyne incognita* raça 3 é a espécie prevalecente nos municípios de abrangência deste estudo;
- A avaliação em casa-de-vegetação e a campo são essenciais para a seleção de genótipos de algodoeiro com resistência à *M. incognita*;
- A avaliação aos 120 dai, aliada à avaliação da resistência frente a diferentes isolados, permitiu uma melhor diferenciação dos genótipos avaliados;
- O FR foi o parâmetro mais viável para a avaliação de genótipos de algodoeiro em casa-de-vegetação, quando comparado com o número de galhas;
- Os genótipos que apresentaram uma melhor performance para os parâmetros FR em casa-de-vegetação e índice de galhas a campo foram CD 05-419, CD 05-1222, CD 05-1087, CD 05-1323 e CD 05-1170, tendo sido classificados como resistentes pelo FR;
- A agressividade encontrada entre os isolados de nematóides de Moreira Sales, Iporã e Umuarama em relação aos genótipos testados, demonstra a importância da utilização de mais de um isolado de *M. incognita* em testes de resistência de genótipos de algodoeiro.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAÃO, M. M.; MAZZAFERA, P. Efeito do nível de inóculo de *Meloidogyne incognita* em algodoeiro. **Bragantia**, v. 60, n 1, p. Campinas, 2001.

AGRIOS, G.N. **Planta Pathology**. San Diego – Califórnia. p. 703 – 717, 1988

AQUINO, D. F. O Algodão no Brasil. In: **Revista Atualidades agrícolas**. p. 11, Dez/2004.

ARAÚJO, A. E.; SILVA, C.A.D.; FREIRE, E. C.; COSTA, J. N.; AMARAL, J. A. B.; MEDEIROS, J. C. Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar. 2003.

ASMUS, G.L. Ocorrência de Nematóides Fitoparasitos em Algodoeiro no Estado de Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, Vol. 28, n. 1, p. 77-86, 2004.

BELTRÃO, N. E. M. de. Que Planta é Esta? In: **Revista Cultivar** – grandes culturas. Ano: IV, n. 42, p. 17-18, 2002.

CAMPOS, V.P., SOUZA, J.T. & SOUZA, R.M. Controle de fitonematóides por meio de bactérias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** 285-327. 1998.

CARNEIRO, R.M.D.G.; CARNEIRO,R.G.; DAS NEVES, D.I. & ALMEIDA, M.R. Nova raça de *Meloidogyne javanica* detectada em *Arachis pintoi* no Estado do Paraná. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 219-221, 2003.

CARNEIRO, R. M. D.G.; NEVES, D. I.; FALCÃO, R.; PAES, N. S.; CIA, E.; SÁ, M. F. G. Resistência de Genótipos de Algodoeiros a *Meloidogyne incognita* Raça 3: **Reprodução e Histologia**. p. 29 (1) 2005

CARNEIRO, R. G.; H. ANTONIO; BRITO, J.A.; ALTEIA, A.A .K. Identificação de espécies e raças fisiológicas de *Meloidogyne incognita* na região noroeste do estado do Paraná: resultados preliminares. **Anais do Congresso Brasileiro de Nematologia**, p.14 v. 4, 1990

CHARCHAR, J.M. Novos enfoques na sistemática de nematóides. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 5, 133-155, 1997.

CIA, M.; FUZZATTO, M. G.; KONDO, J.; GRIDI-PAPP, L. L.; CHEAVEGATO, E. J.; PIZZINATO, M. A. **Desenvolvimento de resistência múltipla a doença em linhagens avançadas de algodoeiro**. p.420-423, Campinas – SP. 2003

CRUZ, V. R. & PASSOS, S. M. G. do. Algodão. Disponível em [http://www.agrocasa.com.br/Arquivos\\_culturas/Culturas/ALGOD%C3O.html](http://www.agrocasa.com.br/Arquivos_culturas/Culturas/ALGOD%C3O.html). Acesso em 05 de set/2003.

CUNHA, F. R. da. Atividade nematicida de isolados bacterianos e de extrato vegetais e purificação de alguns desses extratos. Lavras- MG, 2002. p. 1-54. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 2002

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GIL, M.A.; GARCIA, V. & COLEHO, A.L. Produtividade de variedades de cana-de-acúcar em plantio de ano com nematicidas em área infestada com *Pratylenchus zae*. **Fitopatologia Brasileira**. Vol. 28, n.1, p. 23-26, 2004.

ESBENSHADE, P.R. & TRIANTAPHYLLOU, A.C. Isozyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology**, v. 22, 10-15, 1990.

EVANS, A.A.F. Reproductive mechanisms. In: Perry, R.N. & Wright, D.J. The physiology and biochemistry of free-living and plant-parasitic Nematodes. **CABI**, Wallingford, p. 133-149. 1998

FERRAZ, L.C.C.B. As meloidoginoses da soja: Passado, Presente e Futuro. In: Silva, J.F.V. Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja. **EMBRAPA Soja**, Londrina-PR, p. 15-34, 2001.

FRANZENER, G.; UNFRIED, J.R.; STANGARLIN, J.R. & FURLANETTO, C. Nematóides formadores de galha e cisto patogênicos à cultura da soja em municípios do Oeste do Paraná. **Nematologia Brasileira**, vol. 29, n. 2, p.261-265, 2005.

FURLANI, E. J; PETINARI, R. A; TARSITANO, M. A.A. Custos e Lucratividade da aplicação de reguladores de Crescimento na Cultura do Algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) com Diferentes densidades populacionais. **III Congresso Brasileiro de algodão**: p 11, ago/ 2001.



GRIDI-PAPP, I.L.; CIA, E.; FUZZATTO, M.G.; CHIAVEGATO, E.J.; DUDIENAS, C.; PIZZINATTO, M.A. SABINO, J.C.; CAMARGO, A.P. & CAMPANA, M.P. Melhoramento do algodoeiro para resistência múltipla a doenças, nematóides e broca da raiz, em condições de campo. **Bragantia**, Campinas, Vol. 53, n. 1, p. 33-45, 1994.

HANDOO, Z.A.; SKANTAR, A.M.; CARTA, I.K. & SCHMIT, D.P. morphological and molecular evaluation of a *Meloidogyne hapla* population damaging coffee (*Coffea arabica*) in Maui, Hawaii. **Journal of Nematology** 37(2):136-145, 2005.

HARTMAN, K.M. & J.N. SASSER. **Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal-pattern morphology.** In: BARKER, K.R.; C.C.

HORSFALL, J. C. & BARRAT, R. W An improved grading system for measuring plant diseases. **Phytopathology**, 35-665, 1945

HUSSEI, R. S.; BARKER, K. R. A comparasion of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* ssp including a new technique. **Planta disease reporter**, Washington, v 57, n 12, p. 1025 – 1028 . 1973

INOMOTO, M. M. Atacado por Nematóides. In: **Revista Cultivar**: Ano III. n. 30, p. 05-07, Julho/2001.

JENKINS, J. N.; CREECH, R. G.; TANG. B.; LAWRENCE, G. W.; MCCARTY, J. C. Cotton resistance to root- kinot nematode: post- penetration development. **Crop Science**, 35:365- 368, 1995

KIRKPATRICK, T. L.; SASSER, J. N. Parasitic variability of *Meloidogyne incognita* populations on susceptible and resistance cotton. **Journal of Nematology**. V. 15, n 2 p. 302 – 307, 1983

KUNIEDA DE ALONSO, S. & ALFENAS, A.C. Isoenzimas na taxonomia e na genética de fitonematóides. In: ALFENAS, A.C. (ed.). Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins - fundamentos e aplicações práticas. Ed. UFV, 525-543, 1998.

JÚNIOR, R. F. S. dos. Os olhos do Céu. In: **Revista Cultivar**: Ano III. n. 33, p. 15, Out/2001.

LORDELLO, L, E, G. **Nematóides das Plantas Cultivadas**. São Paulo, p. 143, 2001.

LORDELLO, R.R.A.; LORDELO, A. I. L.; CIA, E.; FUZZATO, M. G. Avaliação da resistência de algodoeiro a nematoids de galhas. Congresso Paulista de Fitopatologia. **Summa Phitopathologica**. Botucatu, p. 10 - 19, 1984

MAIA, J. S. dos. O Silêncio de *incognita*. In: **Revista Cultivar**: Ano VI. n. 67, p. 08, Nov/2004.

MANFIO, D.A. In: SEAB/DERAL. Paraná continua sendo o maior produtor de grãos. p. 1-14, 2006. Retirado do site <http://www.seab.pr.gov.br> em 05/08/2007. Última atualização em 27/03/2006.

MACHADO, A.C.Z.; BELUTI, D.B.; SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.S. & INOMOTO, M.M. Avaliação de danos causados por *Pratylenchus brachyurus* em algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n.1, p. 16, 2006.

MC CLURE, M.A.; ELLIS, K.C. & NIGH, E.L. Resistance of cotton to the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology**, v.6, n.1, p. 17-20, 1974.

MOJTAHEDI, H.; SANTO, G.S. & PINKERTON, J.N. Differential response of thor alfafa to *Meloidogyne chitwoodi* races and *M. hapla*. **Journal of Nematology**, vol. 20, p.410-416, 1988.

MOURA, R.M. Gênero *Meloidogyne* e a Meloidoginose. Parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Vol. 4, p. 209-244, 1996.

MOURA, R.M. Gênero *Meloidogyne* e a Meloidoginose. Parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Vol. 5, p. 209-244, 1997.

NEVES, T. Uma praga quase invisível que deve ser controlada com segurança. **Sociedade Nacional de agricultura**. p 2. RJ. jun/2000

PINTO, N. F. J. de A & VASCONCELLOS, C. A. Efeito de sistema de rotação de culturas nas densidades populacionais de *Pratylenchus* ssp. Parasitas do milho. Embrapa milho e sorgo, p. 122. Sete lagoas – MG, 1992

RANDIG, O.; CARNEIRO, R.M.D.G. & CASTAGNONE-SERENO, P. Identificação das principais espécies de *Meloidogyne* parasitas do cafeeiro no Brasil com marcadores SCAR-café em multiplex-PCR. **Nematologia Brasileira**, vol. 28, n. 2, p. 1-10, 2004.

RUANO, O. & ALMEIDA, W.P. 1986. Fontes de resistência em germoplasma de algodoeiro a *Meloidogyne incognita* – raça 3. In: Reunião Nacional do Algodão, 4, Belém, PA, EMBRAPA/Algodão, Campina Grande, p. 22, 1986.

RUANO, O.; CHAVES, G. M. FERRAZ, S.; ZAMBOLIM, L. Distribuição de raças de *Meloidogyne incognita* e raças algodoeira nos estados do Paraná e Goiás. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, p. 667-670, 1985.

RUANO, O.; ALMEIDA, W. P. Sistema para avaliação de resistência múltipla em genótipos de algodoeiro a nematodes e doenças folhíares, em casa de vegetação. **Anais do Congresso Brasileiro de algodão**, v. 2, Ribeirão Preto, p. 488- 491. Embrapa algodão, Campina Grande, 1999.

STARR, J.L. & PAGE, S.L.J. 1990. Nematode parasites of cotton and other fiber tropical crops. In: Luc, M.; Sikora, R.A. & Bridge, J. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. **CAB International**, Oxon, p. 539-556.

SILVA, J.F.V. & CARNEIRO, R.G. Levantamento de nematóides associados à cultura do algodão no Paraná. **Nematologia Brasileira**, Vol. 18, n. 1, p. 13, 1994.

SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.S.; INOMOTO, M. M.; ASMUS, G.L. Distribuição, Dinâmica Populacional e Danos Provocados por *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus brachyurus* na Cultura do Algodoeiro no Estado do Mato Grosso. P 10-17, 2004.

SHEPERD, R.L. A quantitative technique for evaluating cotton for root-knot nematode resistance. **Phytopathology**, Vol. 69, p. 427-430, 1979.

SASSUNA, N. D.; CHITARRA, L. G.; ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M. Manejo e doenças do algodoeiro. **Circular Técnica**, p. 11, Campina Grande- PB, 2006

TIHOHOD, D. **Nematologia Agrícola**. Vol1. 1, FCAV, 1989a. 80p.

TIHOHOD, D. **Nematologia Agrícola**. Vol. 2, FCAV, 1989b. 82p.

ZANELA, C. S.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; CARVALHO, F.C. **Resistência de Cultivares de algodoeiro ao nematóides das galhas**. P. 657. Dourados – Mato Grosso do sul, 2005

ZIJLSTRA, C.; DONKERS-VENNE, D.T.H.M. & FARGETTE, M. Identification of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* using sequence characterized amplified region (SCAR) based PCR assays. **Nematology**, vol. 2, n. 8, p. 847-853, 2000.

ZHOU, E. T. A.; WHEELER & STARR, J. L. Root galling and reproduction of *Meloidogyne incognita* isolates from Texas on Resistant Cotton Genotypes. **Journal of Nematology**, 32 (4s): 513-518

WOFFORD, D.S.; GRAY, F.A. & ECKERT, J.W. Pathogenicity of two populations of *Meloidogyne hapla* Chitwood on alfafa and sainfoin, vol. 21, p. 87-91, 1989.