

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

Meloidogyne inornata EM FELJOEIRO: ASPECTOS BIOLÓGICOS E
REAÇÃO DE CULTIVARES

TAIS SANTO DADAZIO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Agronomia (Proteção de Plantas).

BOTUCATU – SP

Fevereiro – 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

Meloidogyne inornata EM FEIJOEIRO: ASPECTOS BIOLÓGICOS E
REAÇÃO DE CULTIVARES

TAIS SANTO DADAZIO

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Renata Siciliano Wilcken

Co-orientador: Profa. Dra. Andressa Zamboni Machado

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas).

BOTUCATU – SP
Fevereiro – 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

D121m Dadazio, Tais Santo, 1989-
 Meloidogyne inornata em feijoeiro: aspectos biológicos e
reação de cultivares / Tais Santo Dadazio. - Botucatu :
[s.n.], 2015
 vi, 53 f. : fots. color., grafos., tabs.

 Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2015
 Orientador: Silvia Renata Siciliano Wilcken
 Coorientador: Andressa Zamboni Machado
 Inclui bibliografia

 1. Nematóide de cisto da soja. 2. Feijão - Doenças e
pragas. 3. Feijão - Cultivo. I. Wilcken, Silvia Renata Si-
ciliano. II. Machado, Andressa Zamboni. III. Universidade
Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Bo-
tucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

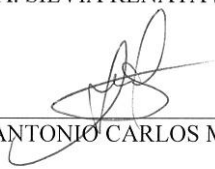
TÍTULO: "*Meloidogyne inornata* EM FEIJOEIRO: ASPECTOS BIOLÓGICOS E REAÇÃO DE CULTIVARES"

ALUNA: TAIS SANTO DADAZIO

ORIENTADORA: PROFA. DRA. SILVIA RENATA SICILIANO WILCKEN
COORIENTADORA: PROFA. DRA. ANDRESSA ZAMBONI MACHADO

Aprovado pela Comissão Examinadora


PROFA. DRA. SILVIA RENATA SICILIANO WILCKEN


PROF. DR. ANTONIO CARLOS MARINGONI


PROF. DR. DHALTON SHIGUER ITO

Data da Realização: 23 de fevereiro de 2015.

Aos meus amáveis pais, Maria Amélia Santo Dadazio e Claudio Corrêa Dadazio, pelo amor e paciência em todas as fases do meu aprendizado, e ao meu querido irmão Tiago Dadazio pelo apoio e compreensão, sem vocês eu nada seria. Com todo meu amor

Dedico.

À minha avó, Ruth Corrêa Dadazio, pelo carinho, apoio e amor e aos demais familiares e amigos que estiveram me apoiando e incentivando nessa fase.

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

A **Deus** pela sabedoria, força e coragem em traçar esse caminho, e por me guiar e proteger em todo esse caminho.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo apoio financeiro e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, pela oportunidade de aperfeiçoamento dos meus estudos.

Aos Professores do Departamento de Proteção Vegetal, pelos ensinamentos transmitidos.

À Profa. Dra. Silvia Renata Siciliano Wilcken, pela orientação, paciência e apoio na execução dos meus trabalhos, bem como pelos conhecimentos adquiridos.

Ao Laboratório de Nematologia da UNESP e as colegas de trabalho.

À Dra. Andressa Zamboni Machado e ao Santino Aleandro, pela oportunidade, paciência diária, ensinamentos, inspiração e pelo carinho, sem vocês eu jamais conseguiria,

A todo o pessoal do Laboratório do IAPAR-Londrina, que contribuíram de forma direta ou indireta para a execução do trabalho e por todo amor durante esse período de convivência, especialmente pelas risadas,

Aos meus amigos, Adelana Santos e Fabíola Medeiros, pelo amor construído, pelo apoio e carinho, com vocês tudo fica mais leve.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	01
SUMMARY.....	03
1 INTRODUÇÃO.....	04
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	06
2.1 Importância da cultura.....	06
2.2 Nematoides de importancia no feijão.....	08
2.3 <i>Meloidogyne inornata</i>	10
2.4 Ciclo de <i>Meloidogyne</i> spp.....	12
2.5 Biologia de <i>Meloidogyne</i> spp.....	14
2.6 Nível de dano de <i>Meloidogyne</i> spp. em feijão.....	15
CAPÍTULO I “ <i>Meloidogyne inornata</i> em Feijoeiro: Aspectos biológicos e Reação de cultivares ”	17
Resumo.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Resultados.....	25
Discussão.....	37
Referências	42
3 CONCLUSÃO.....	47
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

RESUMO

A cultura do feijoeiro tem sua produtividade limitada por fatores bióticos, como os fitonematoides. Diversas espécies de têm sido relatadas causando danos à cultura, especialmente aquelas pertencentes ao gênero *Meloidogyne*. Recentemente, uma nova espécie foi relatada parasitando a cultura no Estado do Paraná, *M. inornata*. Em função desse relato, o presente trabalho teve como objetivo gerar informações acerca de seu ciclo biológico e sítio de alimentação, sob diferentes temperaturas, comparadas a *M. incognita*, caracterizar a reação de resistência de 32 cultivares de feijoeiro a *M. inornata* e verificar o potencial de danos desse nematoide. O teste de reação foi realizado em casa de vegetação, sendo inoculados 2.000 ovos/ planta. Após 50 dias, concluiu-se que todas as cultivares comportaram-se como suscetíveis frente ao nematoide, com FR variando de 13,69 a 94,71, para o grupo cores, e de 17,31 a 80,46, para o grupo preto. O experimento de nível de danos também foi realizado em casa de vegetação, inoculando-se as seguintes densidades populacionais de *M. inornata* em feijão cv. Tuiuiú: 0 (testemunha); 0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 16; 32; e 64 ovos por cm³ de solo. O limite de tolerância estabelecido para a cultivar Tuiuiú inoculada com *M. inornata* foi de 9,9 nematoides cm³ de solo, ou seja, a partir dessa densidade populacional a planta passa a ser danificada pelo nematoide. Em relação à biologia comparativa de *M. inornata* com *M. incognita*, os experimentos foram realizados em câmara de crescimento do tipo BOD, nas temperaturas, de 18°C, 25°C e 32°C. Os resultados mostraram que, à

temperatura de 25°C é a ideal para o desenvolvimento de ambas as espécies, enquanto aos 18°C, o ciclo de ambas as espécies é retardado e aos 32°C, o ciclo é acelerado; além disso, ambas as espécies formaram um sítio de alimentação permanente semelhante.

Palavras chave: nematoide das galhas, nível de danos, *Phaseolus vulgaris*.

Meloidogyne inornata IN BEAN: BIOLOGICAL ASPECTS AND REACTION CULTIVARS. Botucatu, 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: TAIS SANTO DADAZIO

Adviser: SILVIA RENATA SICILIANO WILCKEN

Co-adviser: ANDRESSA CRISTINA ZAMBONI MACHADO

SUMMARY

The culture of the bean has its limited productivity by biotic factors, such as plant parasitic nematodes. Several species have been reported causing damage to the culture, especially those belonging to the genus *Meloidogyne*. Recently, a new species was reported parasite culture in State of Paraná, *M. inornata*. Due to this report, the present study aimed to generate information about its life cycle and feeding sites under different temperatures, compared to *M. incognita*, characterize the resistance reaction of 32 bean cultivars *M. inornata* and check the potential damage of this nematode. The reaction test was conducted in a greenhouse, and inoculated 2,000 eggs / plant. After 50 days, it was found that all cultivars susceptible behaved as against nematodes, with RF ranging from 13.69 to 94.71 for the color group and 17.31 to 80.46 for the group black. The damage level experiment was also carried out in a greenhouse, the inoculation of the following population densities of *M. inornata* in bean cv. Tuiuiú: 0 (control); 0.0625; 0.125; 0.25; 0.5; 1; 2; 4; 16; 32; and 64 eggs per cm³ of soil. The tolerance limit set for cultivating Tuiuiú inoculated with *M. inornata* was 9.9 cm³ of soil nematodes, that is, from that population density the plant becomes damaged by nematodes. Regarding the comparative biology of *M. inornata* with *M. incognita*, the experiments were conducted in a growth chamber type BOD at temperatures of 18 ° C, 25 ° C and 32 ° C. The results showed that at a temperature of 25 ° C is optimal for the development of both species, while at 18 ° C, the cycle of both species is retarded and 32 ° C, the cycle is accelerated; Furthermore, both species formed a similar permanent feeding site.

Keywords: nematode of galls, level of damage, *Phaseolus vulgaris*.

1 INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* F.) é umas das culturas agrícolas de grande importância econômica no cenário nacional, ocupando extensas áreas do território brasileiro, sendo o Brasil responsável por uma produção anual média de 3,5 milhões de toneladas (MAPA, 2012). Soma-se a isso a importância social, uma vez que faz parte da cesta básica dos brasileiros, além de ser cultivado por pequenos e grandes produtores através de diversos sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras (AIDAR, 2003). Contudo, com o aumento da área plantada e das técnicas de manejo, diversos problemas fitossanitários têm limitado a produtividade em algumas regiões. Entre estes, encontram-se doenças causadas por nematoides, sobretudo o nematoide das galhas radiculares (*Meloidogyne* Goeldi, 1887) e o nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.) (MACHADO, 2011).

Na cultura do feijão, perdas de produtividade causadas por nematoides do gênero *Meloidogyne* spp. têm sido frequentemente relatadas (INOMOTO, 2011), podendo chegar entre 50 a 90% (SIMÃO et al., 2005). Essas perdas se devem, especialmente, pela alta capacidade reprodutiva desses nematoides, o que leva a um rápido crescimento das populações no campo, além do fato de serem espécies perfeitamente adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras (FERRAZ, 1985). Dentre os nematoides de maior ocorrência nesse gênero, podemos mencionar *M. incognita* Chitwood, 1949 e *M. javanica* Chitwood, 1949 causando danos no porte das plantas, refletindo diretamente na

produção. Além disso, são encontrados em vários países causando danos severos (DI VITO et al., 2005)

Como agravante do problema, recentemente, uma nova espécie de nematoide de galhas, *M. inornata* Lordello, 1956 foi relatada pela primeira vez em áreas produtoras de feijão no Paraná (MACHADO et al., 2013), principal Estado produtor da cultura (CONAB, 2012). Sabendo da informação de que se trata do primeiro relato dessa espécie de nematoide na cultura do feijão, há a necessidade de estudos mais detalhados a respeito de sua biologia e patogenicidade à cultura, bem como o esclarecimento sobre a reação de cultivares de feijão quanto à resistência a esse patógeno.

Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo gerar informações acerca de seu ciclo biológico e sítio de alimentação, sob diferentes temperaturas, comparadas a *M. incognita*, caracterizar a reação de resistência de 32 cultivares de feijoeiro a *M. inornata* e verificar o potencial de danos desse nematoide.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da Cultura

Feijão é o nome comum de uma grande variedade de plantas de vários gêneros da família Fabaceae (anteriormente, Leguminosae). Dentre estes, podemos mencionar o gênero *Phaseolus* L., formado por aproximadamente 55 espécies, dentre elas o feijão comum (*P. vulgaris* L.) (BAIDA et al., 2011). Outras espécies ainda são cultivadas no país, como, por exemplo, feijão-azuki (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi e Ohashi), cultivado por colonos japoneses, feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), usado como adubo verde, feijão-fava (*P. lunatus* L.), consumido como grãos verdes, e o caupi ou feijão-de-corda (*V. unguiculata* (L.) Walp.) que, no Nordeste do Brasil, constitui a alimentação básica da população (CIF, 2012).

O feijão comum é cultivado em diversos países ao redor do mundo, contudo os maiores produtores localizam-se no continente Asiático e Americano (BONFIN JUNIOR, 2013). Segundo a FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) 2011, no que se refere aos principais países produtores de feijão, o Brasil ocupa segunda posição, sendo responsável por 15% da produção mundial, juntamente com Mianmar (15%), seguido da China (7%) e Estados Unidos (5%), perdendo apenas para Índia (17%). Porém, em relação ao consumo, o Brasil ocupa primeiro lugar, seguido da Índia, China e México, com uma média anual de 3,5 milhões de toneladas, o que exige pequenas quantidades de importação (DEPEC, 2013).

O feijão é produzido em todas as regiões do país, com uma estimativa de área plantada na safra 2013/2014 de 3,15 a 3,20 milhões de hectares e uma

produção de 3,21 a 3,25 milhões de toneladas (MAPA, 2013). Os principais Estados produtores na safra de 2012 foram Paraná (677,65 t), Minas Gerais (633,83 t), Goiás (335,68 t), Mato Grosso (243,43 t) e São Paulo (235,80 t) (IBGE, 2013). Da produção da cultura aproveita-se para o consumo grãos secos e vagens verdes de plantas; o grão de feijão comum é a principal fonte de proteína vegetal na dieta brasileira (BONFIM JUNIOR, 2013).

Uma característica importante da cultura, que está diretamente relacionada com a qualidade do feijão, se refere à sua época de semeadura no Brasil: uma delas é a “época das águas” (agosto a novembro), que recebe essa denominação pela grande chance da colheita coincidir com o período chuvoso; outra é a “ época da seca ” (janeiro a março) que se caracteriza por um período seco, com baixa probabilidade de ocorrer chuvas; a terceira época é no inverno (abril a julho), onde há temperaturas mínimas de 16° C e baixa umidade relativa (DOURADO NETO e FANCELLI, 2000).

A classificação do feijão é regulamentada pela normativa número 12 de 2008, através do Ministério da Agricultura e Pecuária, que garante a qualidade, identidade, amostragem, modo de apresentação e rotulagem. Segundo a mesma, o gênero *P. vulgaris*, pode ser classificado de acordo com a coloração do tegumento do grão, em Grupo 01, dividido em quatro classes. As principais seriam a classe preto, que contém, no mínimo, 97% de grãos de coloração preta e a classe cores, que contém, no mínimo, 97% de grãos dessa classe, admitindo-se até 10% de outras cultivares da classe cores que apresentem contraste no tamanho e cor (MAPA, 2008).

De acordo com o Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos (DEPEC, 2013), dentre as principais regiões produtoras na “safra das águas” estão a Sul, Sudeste, Bahia e Goiás, com uma participação de 46% na produção. Enquanto isso, na “safra da seca”, destaca-se o Sul, Sudeste e Nordeste, com uma participação na produção de 31%. Por fim, na “safra de inverno”, tomam a frente Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Bahia, com uma participação na produção de 23%. De acordo com a mesma fonte, o feijão da classe cores é o mais produzido no país, sendo responsável por 63% do total, seguido pela classe preto, que produz 18% do montante.

No cenário nacional, a cultura deixou de ser plantada exclusivamente por pequenos produtores, com baixa renda e colheita manual, e passou a também ser plantada por grandes produtores, altamente tecnificados. Com isso, a cultura vem sendo cultivada em sistema de plantio direto, em rotação ou sucessão, em extensas

áreas em sistemas de pivô central com auxílio de maquinário (BONFIM JUNIOR, 2013). Assim, com o aumento da produção e pelo fato do feijão ser plantado em todas as regiões do Brasil, diversos problemas fitossanitários têm limitado a produtividade em algumas áreas. Danos causados por fitonematoides têm se destacado nos últimos anos como responsáveis por ocasionar perdas na produção, pois grande parte dos genótipos de feijão possui alta suscetibilidade ao ataque dos nematoides de diversos gêneros.

2.2 Nematoides de Importância no Feijão

O feijoeiro comum pode ser atacado por diversas espécies de nematoides, destacando-se os nematoides das galhas *M. incognita*, *M. javanica* e o nematoide das lesões radiculares, *Pratylenchus brachyurus* Filipjev & S. Stekhoven, 1947 como os principais causadores de danos (MACHADO, 2011). Além dessas, outras espécies ainda podem ocorrer, como *M. paranaensis* Carneiro et al., 1996, *M. enterolobii* Yang & Eisenback, 1983 e o nematoide de cisto da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952. Recentemente, uma nova espécie de nematoide das galhas, *M. inornata*, foi relatado parasitando a cultura (MACHADO et al., 2013).

De acordo com levantamentos nematológicos realizados por Bonfim Junior (2013), em áreas produtoras de feijão comum, em seis cidades do Estado do Paraná (14 propriedades) e em quatro cidades do Estado de São Paulo (21 propriedades), os nematoides mais frequentes são *P. brachyurus* (93,75%), *P. crenatus* (12,5%) e *Meloidogyne* spp. (45%), com predominância de *M. incognita* e *M. javanica*. Além desses, constatou-se a presença de *Helicotylenchus dihystera* (100%) e *Rotylenchulus reniformis* (17,5%). *Pratylenchus brachyurus* e *H. dihystera* foram predominantes no Estado do Paraná, enquanto que *Meloidogyne* spp., no Estado de São Paulo. Além disso, no município de Canguçu (RS), foi relatada a presença de *M. javanica* e *M. arenaria* em campos de produção de feijão, causando menor vigor, folhas de coloração amarelada e sistema radicular com inúmeras galhas, cujos sintomas foram notados em reboleiras (GOMES et al., 2014).

Segundo Machado (2011), o ataque das diferentes espécies de nematoides no feijão pode acarretar perdas na produção que variam de 10% até 50%, no caso de áreas com alta infestação. Essas perdas ainda podem ser maiores quando microorganismos secundários, como bactérias e fungos, colonizam os tecidos parasitados

por nematoides. Uma medida bastante eficaz para o manejo desses parasitas consiste na introdução de culturas que não sejam hospedeiras, ou cultivares resistentes, em rotação de culturas e/ou sucessão, reduzindo os danos causados (SANTOS e RUANO, 1987).

Tanto *M. incognita* como *M. javanica* foram identificados causando prejuízos nas Américas, África e Ásia na cultura do feijão (SIKORA e GRECO, 1990). A maior parte das áreas brasileiras cultivadas com feijão apresenta condições favoráveis para a multiplicação de ambos os nematoides, como, por exemplo, solos arenosos, bem drenados e com temperatura média de 25 a 30 °C (AGROFIT, 2010). De acordo com Machado (2011), a ocorrência do nematoide das galhas no feijoeiro causa, no sistema radicular, sintomas que são típicos, como o engrossamento do sistema radicular, havendo a formação de galhas parecidas com nódulos, mas que não se destacam com facilidade, enquanto que, na parte aérea, muitas vezes os sintomas não são observados. Sintomas do ataque de *M. javanica*, ou seja, acentuada redução no crescimento da parte aérea, também são observados (DADAZIO et al., 2014).

Além disso, pode-se notar, nestes casos, plantas de menor porte e folhas com coloração anormal, semelhante à deficiência nutricional (AGROFIT, 2010). Estudos realizados por Santos et al. (2012) confirmam que *M. incognita* e *M. javanica* afetam negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, em comparação com o controle (plantas não inoculadas). Além disso, houve redução no volume do sistema radicular e da fixação de nitrogênio feita por *Bradyrhizobium*, com conseqüente redução da nodulação.

Alves et al. (2011), ao testar a reação de 33 cultivares de feijoeiro frente a *M. incognita* raça 1, constataram, após 50 dias a presença de uma alta resistência (FR= 0) no genótipo Preto Meia Lua e de resistência nos genótipos Terrinha-2 e Mulatinho, podendo essas cultivares serem usadas em programas de melhoramento de plantas. Ao contrário Bonfim Junior (2013), ao testar 38 cultivares de feijão comum frente ao mesmo nematoide, obteve um fator de reprodução variando de 5,86 a 31,58, ou seja, todas foram consideradas suscetíveis.

Estudando-se o comportamento de nove cultivares de feijão (BRS Rubi, IPR Graúna, Xamego, IPR Juriti, IAPAR 81, IAPAR 14, Pérola, IPR Uirapuru e IPR Chopim) e duas linhagens (LP99-85 e LP98-123) quanto à suscetibilidade a *M. javanica*, todas as cultivares e linhagens, após 60 dias, apresentaram fator de reprodução maior do que um (SIMÃO, 2010). Bonfim Junior (2013), ao testar 18 cultivares de feijão comum

frente a *M. javanica* todas foram suscetíveis com fator de reprodução variando de 3,82 a 21,43, exceto a cultivar BRS Requite, que apresentou resistência ao nematoide, podendo ser usada em programas de melhoramento genético. Resistência para *M. javanica*, também foi encontrada por Zeni et al. (2014), nas cultivares BRS Esteio e IPR Siriri.

Di Vito et al. (2007a), ao testar o comportamento de híbridos F₁ e progênies F₂ e F₄, derivadas do cruzamento de acessos de Mesoamerican resistentes A#445 e PI#165426 com as linhagens CRA-ISCI 1, 212/28 e 15/7-70, a *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*, envolvendo estudos de genética de resistência, concluíram que os resultados sugerem que o controle da resistência é do tipo monogênica dominante, com uma proporção de 3:1, plantas resistentes e suscetíveis.

No que se refere a *P. brachyurus*, sua primeira detecção no Brasil, na cultura do feijão, ocorreu no Estado do Paraná (MELLO FILHO e LORDELLO, 1970). Esta espécie caracteriza-se por ser polífaga e extremamente comum em regiões de climas tropicais (DIAS-ARIEIRA et al., 2009). Goulart (2008) encontrou elevadas populações da espécie em amostras provenientes do Distrito Federal, Bahia e Goiás, havendo relatos de danos e perdas econômicas de grande importância. Experimentos realizados por Bonfim Junior (2013), em que cultivares de feijão foram avaliadas quanto à sua reação ao nematoide, mostraram que existem materiais com resistência ao nematoide, com fatores de reprodução variando de 0,32 a 0,97, para as seguintes cultivares: BRS Campeiro, FT Soberano, IPR Chopim, IPR 139, BRS Estilo, BRS Radiante, IAPAR 81 e IPR Tuiuiú.

Além de ser bom hospedeiro dos nematoides descritos acima, o feijão ainda multiplica *H. glycines* (INOMOTO, 2008). O principal problema do nematoide de cisto ocorre quando o cultivo é feito em rotação/sucessão com a soja, que também é hospedeira do nematoide e, assim, esta associação contribui para aumentar sua população no campo, e conseqüentemente, aumentar a intensidade da doença para a soja (MIZOBUTSI, 2006). Resultados obtidos por Silva et al. (1997) apontam que o feijão comum (*P. vulgaris*) cv. 2293, o feijão adzuki (*V. angularis*) cv. M-127 e o feijão arroz (*V. umbellata*), cv. USA são hospedeiros do nematoide do cisto.

2.3 *Meloidogyne inornata*

Outra espécie de nematoide das galhas foi relatada recentemente parasitando feijão no Brasil, *M. inornata* (MACHADO et al., 2013). Descrito pela primeira

vez no Brasil por Lordello (1956), sendo inicialmente sinonímia de *M. incognita*, *M. inornata* se difere deste pelo fato da região anterior dos machos exibir um único anel labial posterior, sendo sua hospedeira típica a cultura da soja (*Glycine max*). Dois anos após, foi relatado por Figueiredo (1958), na região de Campinas (SP), na cultura do fumo (*Nicotiana tabacum* L.). Araújo Filho (2012), ao realizar um levantamento em 39 áreas produtoras de fumo na região Sul do Brasil, detectou em uma das amostras (2,7%) a presença de *M. inornata*.

Enquanto que em junho de 2012, foi observada pela primeira vez em campos de produção de feijão das cultivares IPR Tuiuiú e IPR Eldorado, no Estado do Paraná, por Machado et al. (2013), mais precisamente nos municípios de Araucária e Santana do Itararé. Nas amostras do sistema radicular notou-se a presença de galhas, mas nenhum sintoma visível foi observado na parte aérea. O nematoide foi identificado através de padrões perineais e fenótipo de esterase de 20 fêmeas. A densidade populacional observada nas amostras foi de 140 e 700 juvenis de segundo estágio e ovos por grama de raiz, respectivamente, para ambas as amostras. Os padrões perineais de *M. inornata* apresentaram um grande arco dorsal, com estrias suaves a onduladas, semelhantes a *M. incognita*; além disso, não foram observadas manchas puntiformes entre o ânus e a calda terminal. Porém, através da eletroforese de α -esterases obteve-se o perfil I3, típico de *M. inornata*.

Machado et al. (2013) sugeriram que, por se tratar do primeiro relato na cultura, há a necessidade de realização de trabalhos adicionais com o objetivo de conhecer os reais danos que esse parasita pode causar à cultura, bem como para evitar que este nematoide torne-se um potencial problema para o feijão. Caso se torne endêmico nas áreas produtoras de feijão, o uso de variedades resistentes pode se tornar uma importante ferramenta de manejo.

De acordo com Carneiro et al. (2008), que revalidaram a descrição da espécie, a característica mais útil e segura para diferenciar *M. inornata* de *M. incognita* é o fenótipo de α -esterase. Sua redescrição foi feita em tomateiro (*L. esculentum*) cultivar Santa Cruz, sendo o isolado originado de plantações de *Polymnia sonchifolia*, popularmente conhecida como yacon, em Capão Bonitão (São Paulo), próximo à localização original. Os autores avaliaram a resistência de duas cultivares de soja frente ao nematoide, sendo a cultivar Aburra suscetível, enquanto que a cultivar LA411219 se mostrou altamente resistente. Além disso, eles realizaram o teste de diferenciação de

hospedeiros e *M. inornata* se reproduziu em tomateiro cultivar Rutgers, tabaco cultivar NC95 e melancia cultivar Charleston Gray, porém, nenhuma reprodução ocorreu em algodoeiro cultivar Deltapine 61, pimenta cultivar California Wonder e em amendoim cultivar Florunner.

2.4 Ciclo de *Meloidogyne* spp.

O ciclo biológico de *Meloidogyne* spp. (Figura 1) tem início quando fêmeas adultas depositam seus ovos em uma substância gelatinosa, também conhecida como massa de ovos, que reúne cerca de 400 a 500 ovos, e é envolta por uma matriz gelatinosa, com função de proteção, sendo secretada pelas glândulas retais da fêmea. A massa de ovos pode formar-se em meio ao parênquima cortical (interna) ou sobre a superfície das raízes (externa). Após o desenvolvimento embrionário, surge um juvenil de primeiro estágio (J1) (SAIGUSA, 1957), que sofre uma ecdise ainda no interior do ovo, originando o juvenil de segundo estágio (J2) pré-parasítico. A eclosão dos juvenis de *Meloidogyne* é conduzida pela temperatura e ocorre sem a necessidade de estímulos das raízes das plantas, embora alguns exsudatos radiculares estimulem a eclosão (KARSSSEN e MOENS, 2006; MOENS et al., 2009).

A penetração é garantida por choques mecânicos, via estilete, e pela degradação da parede celular por enzimas secretadas pelo nematoide. Os J2 pré-parasitas (400 µm de comprimento e 15 µm de largura), vermiformes, movem-se, então, em direção à zona de alongamento da raiz e migram intercelularmente para a ponta da raiz; ao atingirem o meristema, migram para a zona de diferenciação do cilindro vascular. Ao inserirem seu estilete, secretam enzimas produzidas pelas glândulas esofagianas, que causam um crescimento celular desordenado, levando à formação das células nutridoras, mais conhecidas como “células gigantes” ou cenócito, que são constituídas de cinco a sete células multinucleadas que servem como dreno de nutrientes da planta para o nematoide. Concomitantemente, há intensa multiplicação celular (hiperplasia), com consequente formação das galhas (EISENBACK e TRIANTAPHYLLOU, 1991; KARSSSEN e MOENS, 2006).

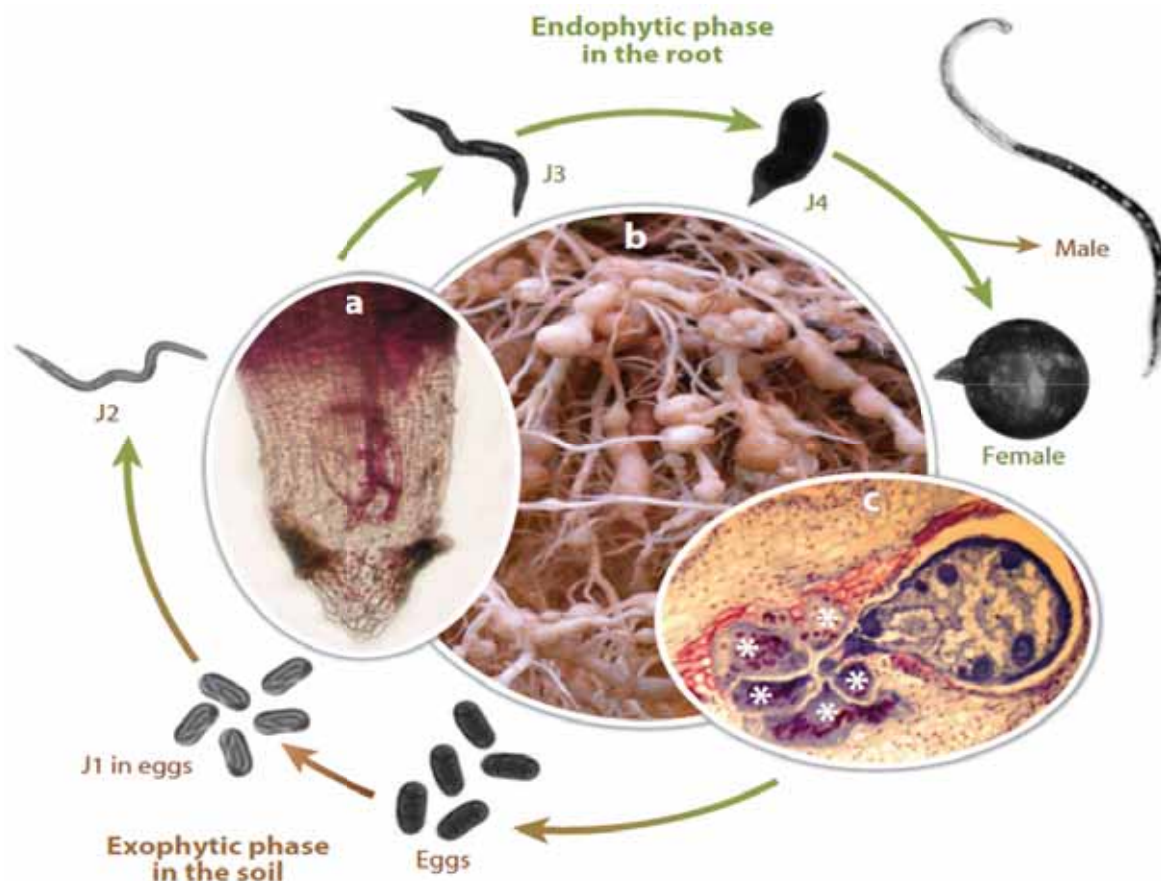


Figura 1. Ciclo de vida do nematoide das galhas. (a) Secção longitudinal da extremidade da raiz mostrando juvenis de segundo estágio (J2). (b) Sintomas típicos de galhas em raízes de tomate. (c) Secção longitudinal de uma raiz infestada mostrando a fêmea madura e cinco células gigantes (extraído de CASTAGNONE-SERENO et al., 2013).

A condição multinucleada do cenócito é induzida pelas secreções esofagianas dos nematoides das galhas e ocorre devido á sucessivas divisões dos núcleos via mitose (cariocineses), com aumento do mesmo, não acompanhadas por divisões celulares (citocineses). Estende-se até o interior do estelo, o que dificulta o transporte de água, nutrientes e fotoassimilados; como resultado, há redução no crescimento e na produção final das plantas (WEISCHER e BROWN, 2001). Assim, forma-se um denso citoplasma granular, com extensa quantidade de vacúolos e com a proliferação de organelas celulares, como mitocôndrias, plastídio, ribossomos livres, aparelho de Golgi e retículo endoplasmático (GROSSI DE SÁ, 2011).

Após estabelecer seu sítio de alimentação, os nematoides dependerão apenas dessa estrutura para terminar o seu desenvolvimento e reprodução, passando por mais 3 ecdises, originando J3 e J4, que apresentam formato salsichoide, e a fêmea jovem ou imatura, que, ao tornar-se madura, adquire o formato de pera, não se locomovendo mais, tornando-se obesa e sedentária (MOENS et al., 2009). Os machos

formam-se quando os juvenis encontram-se em J4; nesta etapa, sofrem metamorfose, tendo seu corpo alongado e não se alimentando mais; assim, saem da raiz e movimentam-se no solo (SANTOS, 2011).

Nos nematoides das galhas há presença de dimorfismo sexual, onde os machos são alongados e se locomovem, sendo encontrados em menor proporção, enquanto as fêmeas tornam-se sedentárias e periformes (KARSSSEN E MOENS, 2006). O sexo é determinado pelas condições ambientais; quando em condições desfavoráveis, como, por exemplo, uma grande população de nematoides na raiz, o J4 se diferencia em macho adulto. Em contrapartida, quando a interação é compatível, o J4 se diferencia em fêmea (GROSSI DE SÁ, 2011).

2.5 Biologia de *Meloidogyne* spp.

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* spp. podem reproduzir-se por anfimixia, por partenogênese meiótica e mitótica (FERRAZ et al., 2010). Segundo os mesmos autores, no caso da anfimixia há necessidade de machos e fêmeas, neste caso, o número de machos pode ser igual ou maior que o de fêmeas, e um mesmo macho pode fertilizar todas as fêmeas ao seu alcance; essa reprodução é comum em *M. kikuyensis* e *M. microtyla*. Partenogênese é o nome dado à reprodução onde não há necessidade de fertilização dos óvulos, na mitótica (facultativa) os cromossomos não são bivalentes e o número somático se mantém, originando células iguais à célula mãe (*M. graminicola* e *M. exigua*); já na meiótica (obrigatória), há sinapse inicial dos cromossomos homólogos, o número diploide posteriormente é restaurado (*M. incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*). Neste caso, há mais chance de se fundir com outros núcleos e gerar variabilidade genética (FERRAZ et al., 2010).

A duração do ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. é dependente de vários fatores, como, por exemplo, temperatura, umidade relativa e planta hospedeira (FIORENTIN, 2010), com destaque para a temperatura. De maneira geral, a relação entre a taxa de desenvolvimento dos nematoides e a temperatura é linear, embora cada fase do seu desenvolvimento possa apresentar uma temperatura ótima (GUIMARÃES, 2012). Para a maioria das espécies do gênero *Meloidogyne* spp., a temperatura ideal varia entre 15 a 30°

C, durando de três a quatro semanas (BRUINSMA, 2013). Com base nisso, podem ser divididos em dois grupos, os criófilos capazes de completar o seu ciclo em temperaturas inferiores a 10° C, como, por exemplo, *M. hapla* e *M. naasi*, e os termófilos, que não sobrevivem em temperaturas inferiores a 10° C por períodos prolongados, como é o caso de *M. arenaria*, *M. incognita* e *M. javanica* (LYONS et al., 1975).

Experimentos realizados por Jaehn (1993) mostram que, em mucuna preta, o ciclo de *M. incognita* raça 2 é influenciado pela temperatura, havendo variações na duração total do ciclo de acordo com a mesma. À temperatura de 20°C, a duração do ciclo total foi de 44 dias; já aos 24° C, de 36 dias e, com 28°C, de 32 dias. Uma vez que essa temperatura e o período total de desenvolvimento do ciclo biológico de *M. inornata* não são conhecidos, torna-se de grande importância a realização desses experimentos.

2.6 Nível de dano de *Meloidogyne* spp. em feijão

Peixoto et al. (2011), ao avaliarem o crescimento de três genótipos de feijão (Pérola, Córrego Alto e Amarelinho), em densidades populacionais crescentes de *M. incognita* (0, 2000, 4000 e 6000 ovos), concluíram que o genótipo Pérola, mesmo sob alta infestação do nematoide, foi o que apresentou maiores massa fresca foliar (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca total (MST) e diâmetro do caule (DC), em relação aos demais genótipos. Além disso, para os três genótipos, à medida que se aumentou o nível de inóculo, o número de galhas também aumentou de forma linear.

Por outro lado, Di Vito et al. (2007b), ao inocular densidades populacionais crescentes (0, 0,0625, 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 e 1024 de ovos e juvenis de segundo estágio por cm³ de solo) de *M. javanica*, em feijão comum, cultivar Talento, observaram, após 50 dias, que a emergência das plantas de feijão comum não é afetada pelas densidades populacionais do nematoide, porém, mais tarde, houve efeito no crescimento das plantas, com sintomas evidentes no nível populacional de oito ovos e J₂/ cm³ de solo. O limite de tolerância das plantas de feijão comum, observando-se as variáveis altura, massa fresca da parte aérea e massa fresca da raiz, frente a *M. javanica*, é de 1,6, 0,6 e 1,3 ovos e J₂/ cm³ de solo, respectivamente. O nível de 16

ovos e J_2/ cm^3 reduz o crescimento em até 50%, enquanto que níveis de quatro ovos e J_2/ cm^3 , antes do plantio, não ocasionam danos.

Em relação a *M. javanica* raça 1, ao inocular densidades populacionais crescentes do nematoide (0, 0,0625, 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 ovos e J_2/ cm^3 de solo) em feijão comum cultivar Talento, após 45 dias, Di Vito et al. (2004) concluíram que o crescimento das plantas foi afetado negativamente pela presença do nematoide. Os autores observaram, após duas semanas da inoculação, nos níveis maiores ou iguais a 32 ovos e J_2/ cm^3 de solo, um amarelecimento e nanismo das plantas, e, decorridos dez dias, todas as plantas inoculadas com mais de 64 ovos e J_2/ cm^3 de solo morreram. Os limites de tolerância observando-se massa fresca da parte aérea e da raiz, altura e comprimento dos internódios foram de 0,25, 2, 0,3 e 0,5 ovos e J_2/ cm^3 de solo, respectivamente.

Dadazio et al. (2014), analisando o comportamento da cultivar BRS Pioneiro, ao inocular densidades populacionais crescentes de *M. javanica* e *M. incognita* (0, 0,0625, 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16 ovos cm^3 de solo), observaram que a emergência da cultivar para ambos os nematoides não foi afetada, entretanto, o desenvolvimento posterior das plantas foi prejudicado. Para *M. incognita*, a massa fresca da raiz foi afetada na densidade de 16 ovos cm^3 de solo, não havendo diferença estatística significativa para massas fresca e seca da parte aérea. Já quando as plantas foram inoculadas com *M. javanica*, observou-se uma redução no crescimento a partir da densidade de 4 ovos cm^3 de solo, sendo as variáveis altura, massas fresca e seca da parte aérea afetadas pelo nematoide.

CAPÍTULO I

“*Meloidogyne inornata* em Feijoeiro: Aspectos biológicos e Reação de cultivares”

(artigo redigido conforme normas da revista *Plant Disease*)

1
2 ***Meloidogyne inornata* em Feijoeiro: Aspectos biológicos e Reação de**
3 **cultivares**

4
5 **Tais Santo Dadazio**, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, campus Botucatu,
6 Botucatu, SP, Brasil, **Santino Aleandro da Silva**, Instituto Agronômico do Paraná,
7 86047-902, Londrina, PR, Brasil, **Andressa Cristina Zamboni Machado**, Instituto
8 Agronômico do Paraná, 86047-902, Londrina, PR, Brasil, **Orazília França Dorigo**,
9 Instituto Agronômico do Paraná, 86047-902, Londrina, PR, Brasil, **Silvia Renata**
10 **Siciliano Wilcken**, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, campus Botucatu,
11 Botucatu, SP, Brasil.

12
13 Autor para correspondência: **Andressa Cristina Zamboni Machado**

14
15 E-mail: andressa_machado@iapar.br

27

28 **RESUMO**

29 Dadazio, T. S., Silva, S. A., Machado, A. C. Z., Dorigo, O. F. e Wilcken, S. R. S.

30 *Meloidogyne inornata* em feijoeiro: aspectos biológicos e reação de cultivares. Plant
31 Dis.

32

33 A cultura do feijão tem sua produtividade limitada por fatores bióticos, como os
34 fitonematoides. Diversas espécies têm sido relatadas causando danos à cultura,
35 especialmente aquelas pertencentes ao gênero *Meloidogyne*. Recentemente, uma nova
36 espécie foi relatada parasitando a cultura no Estado do Paraná, *Meloidogyne inornata*.
37 Em função desse relato, a presente pesquisa teve como objetivo estudar o patossistema
38 feijão e *M. inornata*, através da avaliação da reação de 32 cultivares de feijão do grupo
39 preto e cores frente ao nematoide, da avaliação do potencial de danos do nematoide à
40 cultura, através de teste de patogenicidade, além da obtenção acerca do ciclo biológico
41 de *M. inornata* e tipo de sítio de alimentação induzido, em diferentes temperaturas e
42 comparativamente a *M. incognita*. O teste de reação foi realizado em casa de vegetação,
43 sendo inoculados 2.000 ovos/ planta. Após 50 dias, concluiu-se que todas as cultivares
44 comportaram-se como suscetíveis frente ao nematoide, com FR variando de 13,69 a
45 94,71, para o grupo cores, e de 17,31 a 80,46, para o grupo preto. O experimento de
46 patogenicidade também foi realizado em casa de vegetação, inoculando-se as seguintes
47 densidades populacionais de *M. inornata* em feijão cv. Tuiuiú: 0 (testemunha); 0,0625;
48 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 16; 32; e 64 ovos por cm³ de solo. O limite de tolerância
49 estabelecido para a cultivar Tuiuiú inoculada com *M. inornata* foi de 9,9 nematoides
50 cm³ de solo, ou seja, a partir dessa densidade populacional a planta passa a ser
51 danificada pelo nematoide. Em relação à biologia comparativa de *M. inornata* com *M.*
52 *incognita*, os experimentos foram realizados em câmara de crescimento do tipo BOD,

53 em três diferentes temperaturas, a saber 18 °C, 25 °C e 32 °C. Os resultados mostraram
54 que, à temperatura de 18 °C, o ciclo de ambas as espécies é retardado, enquanto que à
55 32 °C, o ciclo é acelerado; além disso, ambas as espécies formaram um sítio de
56 alimentação permanente semelhante.

57

58 Palavras-chave: nematoide das galhas, nível de danos, *Phaseolus vulgaris*.

59

60 **INTRODUÇÃO**

61 O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* F.) é, atualmente, umas das culturas
62 agrícolas de grande importância econômica no cenário nacional, ocupando extensas
63 áreas do nosso território, sendo o Brasil responsável por uma produção anual média de
64 3,5 milhões de toneladas (MAPA 2012). Contudo, com o aumento da área plantada e
65 das técnicas de manejo utilizadas, diversos problemas fitossanitários têm limitado a
66 produtividade em algumas regiões. Entre estes, encontram-se doenças causadas por
67 nematoides, sobretudo o nematoide das galhas radiculares (*Meloidogyne* spp.) e o
68 nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.) (Machado 2011).

69 Na cultura do feijão, perdas de produtividade causadas por nematoides do
70 gênero *Meloidogyne* spp. Goeldi, 1887 têm sido frequentemente relatadas (Inomoto
71 2011), podendo chegar entre 50 a 90% (Simão et al. 2005). Essas perdas se devem,
72 especialmente, pela alta capacidade reprodutiva desses nematoides, o que leva a um
73 rápido crescimento das populações no campo, além do fato de serem espécies
74 perfeitamente adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras (Ferraz 1985). Dentre
75 os nematoides de maior ocorrência nesse gênero, podemos mencionar *M. incognita*
76 Chitwood, 1949 e *M. javanica* Chitwood, 1949 causando diminuição do porte das
77 plantas, refletindo diretamente na produção e, além disso, sendo encontrados em vários

78 países geralmente associados danos severos (Di Vito et al. 2005). Outras espécies
79 também já foram detectadas na cultura causando danos, como *M. paranaensis* Carneiro
80 et al., 1996, *M. enterolobii* Yang & Eisenback, 1983 e o nematoide de cisto da soja,
81 *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952 e *Pratylenchus brachyurus* Filipjev & S.
82 Stekhoven, 1947.

83 Como agravante do problema, recentemente, uma nova espécie de nematoide de
84 galhas, *M. inornata* Lordello, 1956 foi relatada pela primeira vez em áreas produtoras
85 de feijão no Paraná, nas cultivares IPR Tuiuiú e IPR Eldorado, (Machado et al. 2013),
86 principal Estado produtor da cultura (CONAB 2012). Além disso, *M. inornata* já foi
87 relatado na cultura da soja (*Glycine max*) (Carneiro et al. 2008; Lordello 1956) usada
88 em sistemas de rotação com o feijão, o que pode agravar o problema. Sabendo da
89 informação de que se trata do primeiro relato dessa espécie de nematoide na cultura do
90 feijão, há a necessidade de estudos mais detalhados a respeito de sua biologia e
91 patogenicidade à cultura, bem como o esclarecimento sobre a reação de cultivares de
92 feijão quanto à resistência a esse patógeno, uma vez que o uso de variedades resistentes
93 é uma importante forma de manejo.

94 Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo gerar informações
95 acerca de seu ciclo biológico e sítio de alimentação, sob diferentes temperaturas,
96 comparadas a *M. incognita*, caracterizar a reação de resistência de 32 cultivares de
97 feijoeiro a *M. inornata* e verificar o potencial de danos desse nematoide.

98

99

MATERIAL E MÉTODOS

100

101

102 Os experimentos foram realizados em casa de vegetação e laboratório, no
103 Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), localizado em Londrina, Paraná, Brasil
104 (23°21'20.0"S 51°09'58.2"O). O isolado de *M. inornata* foi obtido de plantas de feijão
105 cv. Tuiuiú, no município de Araucária, PR (25°35'34"S, 49°24'36"O), enquanto que o
106 isolado de *M. incognita* foi obtido originalmente de plantas de café (*Coffea arabica* L.),
107 no município de Londrina, PR, a partir de uma única massa de ovos, e têm sido
108 mantidas em casa de vegetação em plantas de tomate cv. Santa Clara.

109 **Biologia de *M. inornata* em feijão cv. IPR Tuiuiú e histopatologia.** Sementes da
110 cultivar IPR Tuiuiú foram semeadas em copos plásticos com capacidade de 150 ml,
111 contendo solo previamente esterilizado por calor seco (160° C por 5 horas). As
112 suspensões de juvenis infectantes usadas como inóculo, foram obtidas de populações
113 puras de *M. inornata* e *M. incognita* mantidas em tomateiro, em casa de vegetação,
114 através da extração dos ovos (Boneti e Ferraz, 1981) de raízes de tomateiro, sendo a
115 suspensão resultante deste processo colocada em aparato de Baermann modificado para
116 recipiente raso, com o objetivo de se obter apenas juvenis infectantes (J₂) (Southey
117 1986). Decorridos 10 dias da semeadura, realizou-se a inoculação de 400 J₂ por planta.
118 As plantas foram mantidas em câmaras climatizadas, tipo BOD, no Laboratório de
119 Nematologia do IAPAR, com temperaturas ajustadas para 18, 25 e 30°C e um
120 fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram feitas aos três, 10, 17, 24 e 31 dias após a
121 inoculação. Em cada data de avaliação, foram retiradas cinco plantas/nematoide, sendo
122 o sistema radicular lavado cuidadosamente em água de torneira e colorido com fucsina
123 ácida, segundo a metodologia descrita por Byrd et al. (1983). Todo o sistema radicular
124 colorido foi observado sob microscópio óptico, contando-se e classificando-se os
125 estádios de desenvolvimento dos nematoides, segundo Triantaphyllou e Hirschmann
126 (1960).

127 Aos 31 dias, na temperatura de 25°C, foram retiradas outras cinco
128 plantas/nematoide, para realização de cortes histológicos, conforme metodologia de
129 Anthony et al. (2005), para visualização e comparação do tecido nutridor formado pelos
130 nematoides.

131 **Reação de cultivares de feijão a *M. inornata*.** Sementes de 32 cultivares de feijão do
132 grupo preto e cores foram semeadas em vasos com capacidade para 500 mL, contendo
133 solo esterilizado por calor seco (160 °C por 5 horas) (Experimento 1). Como padrão da
134 suscetibilidade e para confirmação da viabilidade do inóculo, foram utilizadas plantas
135 de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Clara. A extração do inóculo foi
136 realizada conforme metodologia proposta por Boneti e Ferraz (1981). Cerca de 10 dias
137 após a semeadura, realizou-se a inoculação com 2000 ovos de *M. inornata* por ml.

138 As avaliações foram feitas aproximadamente 50 dias após a inoculação, através
139 da extração dos ovos e/ou nematoides presentes nas raízes das plantas inoculadas, pelo
140 método de Boneti e Ferraz (1981). Para tal, os copos foram imersos em balde de 10 L
141 contendo 4 L de água de torneira, para separação do substrato das raízes. As raízes
142 foram lavadas cuidadosamente com água de torneira, secas em papel absorvente,
143 pesadas e processadas (Boneti e Ferraz, 1981). Os nematoides extraídos foram contados
144 com auxílio de lâmina de Peters, sob microscópio óptico, obtendo-se as estimativas
145 populacionais finais (Pf) em cada parcela. Esse valor foi dividido pela população inicial
146 inoculada (Pi), obtendo-se o fator de reprodução do nematoide ($FR = Pf/Pi$) em cada
147 parcela (Oostenbrink, 1966). O número de nematoides por grama de raiz também foi
148 calculado para cada repetição.

149 **Patogenicidade de *M. inornata* a feijão cv. Tuiuiú.** Sementes da cultivar IPR Tuiuiú
150 foram semeadas em sacos plásticos para mudas com capacidade para 4000 cm³,
151 contendo aproximadamente 3000 cm³ de solo (Experimento 2). As plântulas foram

152 inoculadas aproximadamente 10 dias após o plantio, utilizando-se densidades
153 populacionais crescentes do nematoide (Di Vito et al., 1986), a saber: 0 (testemunha,
154 sem nematoide); 0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 16; 32; e 64 ovos por cm³ de solo. As
155 avaliações foram feitas 50 dias após a inoculação, através da extração dos nematoides
156 presentes no sistema radicular (Boneti e Ferraz, 1981), obtendo-se o fator de reprodução
157 (FR) e o número de nematoides por grama; de raiz. Além disso, foram tomadas medidas
158 de massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca de raízes e altura das plantas.

159 **Análise estatística.** O delineamento experimental dos experimentos em casa de
160 vegetação foi inteiramente casualizado, com 10 (Experimento 1) ou seis (Experimento
161 2) repetições, sendo cada unidade experimental representada por um vaso contendo uma
162 planta. Os dados obtidos de FR e nema/g foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk, a
163 5% de probabilidade, para a verificação das normalidades dos resíduos, e de Levene, a
164 5% de probabilidade, para a verificação da homogeneidade da variância. Os dados
165 foram transformados para log (x+1) e, posteriormente, submetidos à análise de
166 variância, sendo as médias comparadas pelo teste de LSD “Bonferroni”, a 5% de
167 probabilidade, utilizando-se o programa R. A análise de correlação simples, ao nível de
168 5% de probabilidade, foi realizada entre as variáveis FR e nema/g. A partir da análise
169 estatística e utilizando-se os conceitos de Roberts (Mota et al. 2012), as cultivares foram
170 classificadas como altamente suscetíveis (AS), suscetíveis (S), moderadamente
171 resistentes (MR), resistentes (R) e altamente resistentes (AR).

172 Para o teste de tolerância, foi utilizado o programa Sein Fit (Viane et al. 1997).
173 Os dados obtidos foram submetidos ao modelo não linear proposto por Seinhorst
174 (1965), visando-se determinar o limite de tolerância, ou seja, o nível populacional
175 mínimo de nematoides capaz de influenciar o crescimento das plantas de feijão. A
176 equação é a seguinte: $Y = m + (1 - m) Z^{Pi - T}$, onde, Y = razão entre a variável estimada

177 para crescimento da planta numa densidade populacional inicial do nematoide (P_i)
178 dividida pelo valor obtido em plantas conduzidas na ausência de nematoides; m =
179 rendimento mínimo da planta obtido sob altas densidades populacionais do nematoide;
180 Z = constante menor que 1 e representa a taxa de danos ao hospedeiro; P_i = densidade
181 populacional mínima de nematoides, a qual geralmente é $\geq T$; T = limite de tolerância,
182 que seria o nível populacional mínimo de nematoides capaz de influenciar o
183 crescimento da planta.

184

185 **RESULTADOS**

186

187 **Biologia e Histopatologia**

188 Em relação à biologia comparativa de *M. inornata* e *M. incognita* em feijão cv.
189 Tuiuiú, nas temperaturas de 18°C, 25°C e 32°C, os resultados podem ser visualizados
190 nos Gráficos 1, 2 e 3, respectivamente.

191 Na temperatura de 18°C, aos três dias após a inoculação (DAI), a penetração de
192 juvenis de segundo estágio pré-parasitas (J2 pré-parasita) foi relativamente baixa para
193 ambas as espécies, aumentando gradativamente nas avaliações realizadas
194 subsequentemente, ou seja, aos 10 e 17 DAI; nas últimas datas de avaliação, 24 e 31
195 DAI, não foram encontrados J2 pré-parasitas. Ainda aos três DAI, não foram
196 observados outros estádios infectantes dos nematoides.

197 J2 parasitas de ambas as espécies começaram a ser observados aos 10 DAI,
198 sendo encontrados até o final das avaliações (31 DAI). Aos 24 DAI, juvenis de terceiro
199 estágio (J3) e juvenis de quarto estágio (J4) foram encontrados em ambas as espécies e,
200 ainda, para *M. inornata*, houve a formação de fêmeas imaturas, enquanto que, para *M.*
201 *incognita*, fêmeas imaturas só foram observadas aos 31 DAI. Para ambas as espécies,

202 não houve formação de fêmeas maduras até a última avaliação, aos 31 DAI. Em todas
203 as datas de avaliação, maior número de espécimes de *M. inornata* foi observado no
204 interior das raízes de feijão.

205 A 25°C houve maior penetração inicial (três DAI) de J2 pré-parasitas que a
206 18°C. De maneira semelhante ao descrito para a temperatura de 18 °C, não foram
207 observados outros estádios de desenvolvimento dos nematoides aos três DAI. Aos 10
208 DAI, foram observados J2 pré-parasitas e J2 parasitas em ambas as espécies, além de J3
209 em *M. inornata*, enquanto que, com 17 DAI, foi possível observar fêmeas imaturas em
210 *M. incognita*. Contrariamente ao observado à temperatura de 18° C, aos 24 DAI foram
211 observadas fêmeas maduras em ambas as espécies.

212 Na temperatura de 32°C, aos três DAI foi possível observar a presença tanto de
213 J2 pré-parasitas quanto de J2 parasitas, em ambas as espécies. Aos 10 DAI, diferindo
214 das temperaturas de 18°C e 25°C, foi notada a presença fêmea imaturas em ambas as
215 espécies e até mesmo fêmeas maduras em *M. inornata*. Com 24 DAI, ambas as espécies
216 apresentaram fêmeas maduras, sendo, por esta razão, encerradas as avaliações.

217

218

219

220

221

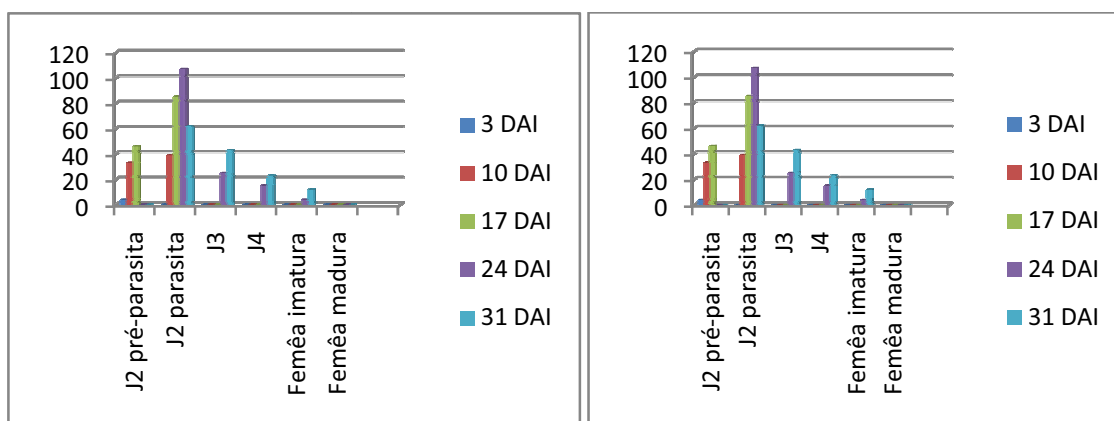
222

223

224

225

226 **Gráfico 1.** Biologia de *M. incognita* e *M. inornata*, respectivamente, a 18°C, em cinco
 227 datas de avaliação (3 DAI, 10 DAI, 17 DAI, 24 DAI e 31 DAI);

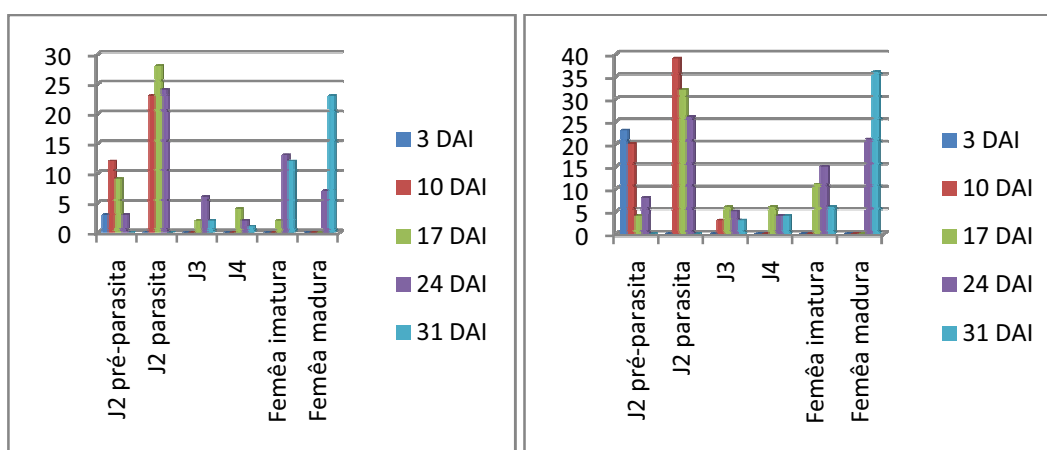


228

229 *Média de 5 repetições;

230

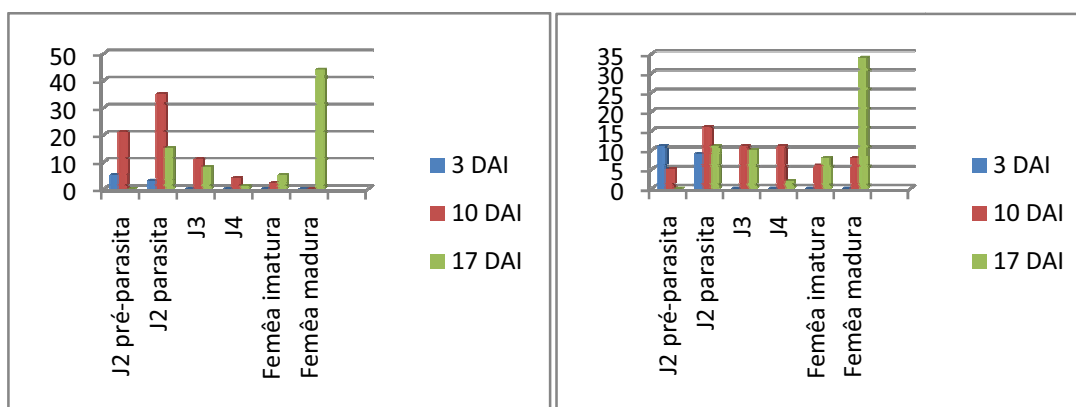
231 **Gráfico 2.** Biologia de *M. incognita* e *M. inornata*, respectivamente, a 25°C, em cinco
 232 datas de avaliação (3 DAI, 10 DAI, 17 DAI, 24 DAI e 31 DAI);



233

234 *Média de 5 repetições

235 **Gráfico 3.** Biologia de *M. incognita* e *M. inornata*, respectivamente, a 32°C, em cinco
 236 datas de avaliação (3 DAI, 10 DAI, 17 DAI, 24 DAI e 31 DAI);



237

238 *Média de 5 repetições;

239 Secções de raízes de feijão cv. Tuiuiú, coradas com azul de toluidina, foram
240 observadas em microscópio óptico para visualização dos sítios de alimentação de *M.*
241 *incognita* e *M. inornata*, bem como as modificações celulares ocasionadas pelo
242 parasitismo de ambos (Figura 1). Na temperatura de 25°C, pode-se observar claramente
243 a formação de um tecido nutridor ou célula gigante bem desenvolvida e estabelecida no
244 cilindro central das plantas, tanto em *M. incognita* quanto em *M. inornata*. Em ambos
245 os casos, foram observadas células multinucleadas, com núcleos bastante visíveis,
246 citoplasma denso e espessamento de membranas. A maioria dos indivíduos presentes
247 nas secções, para ambas as espécies, aos 31 DAI, encontravam-se em estágio de fêmeas
248 em oviposição, alimentando-se de células gigantes que ocupavam considerável extensão
249 das raízes.

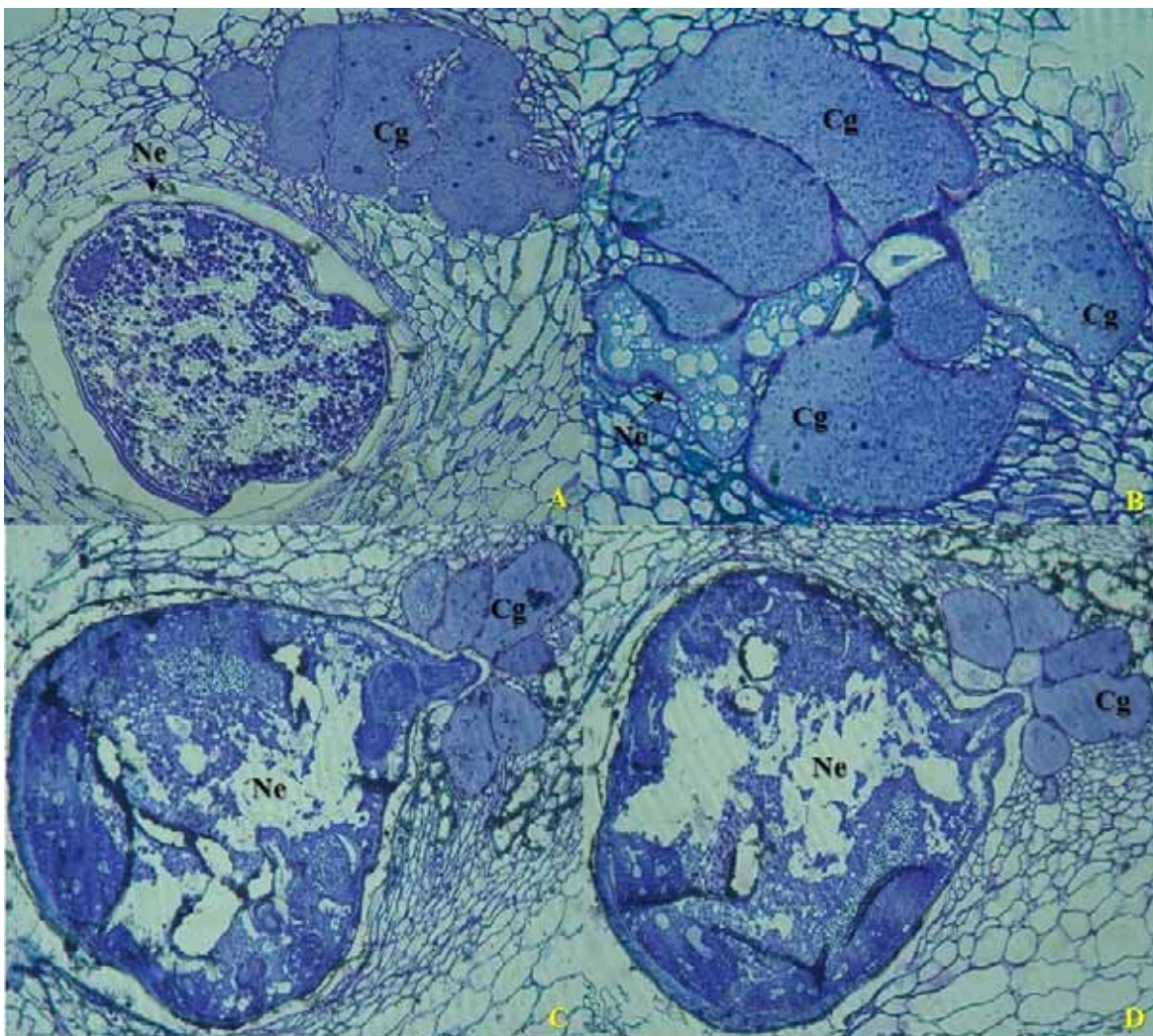
250 Em todas as secções analisadas, o número de células gigantes formadas pelo
251 parasitismo de ambos nematoides, variou de três a seis por fêmea de *M. incognita*,
252 enquanto que para *M. inornata*, esse número variou de quatro a oito células por fêmea.
253 Pode-se notar que os nematoides, na maioria das secções, encontravam-se com sua parte
254 anterior próxima aos seus tecidos nutridores.

255

256

257

258



259

260 **Figura 1.** Secção transversal de raízes de feijão inoculadas com *Meloidogyne incognita* (A, B)261 e *M. inornata* (C, D), 31 dias após a inoculação, na temperatura de 25°C. Cg = célula gigante;

262 Ne = nematoide.

263

264

265

266

267

268

269

270 Reação de cultivares de feijão a *Meloidogyne inornata*

271 Os resultados obtidos para os grupos cores e preto encontram-se resumidos nas
272 Tabelas 1 e 2, respectivamente. O elevado valor de FR obtido para a testemunha
273 (FR=93,3) (tomate cv. Santa Clara), evidenciou boa viabilidade do inóculo e condições
274 ambientais adequadas para o desenvolvimento do experimento. Todas as cultivares
275 comportaram-se como suscetíveis a *M. inornata*, baseando-se tanto em FR como em
276 nema/g. Entretanto, grande variação fenotípica foi observada para os valores de FR
277 entre as cultivares, bem como para os valores de nema/g. Para o grupo cores, o FR
278 variou de 13,69 a 94,71, e a cultivar IPR Andorinha foi considerada altamente
279 suscetível (AS), enquanto que as demais, suscetíveis (S). Já para o grupo preto, o FR
280 variou de 17,31 a 80,46, e a cultivar IAPAR 44 apresentou reação AS, enquanto que
281 todas as demais foram consideradas S. A correlação entre FR e nema/g foi baixa, da
282 ordem de 19,77% para o grupo cores e 46,28% para o grupo preto.

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295 **Tabela 1.** Fator de reprodução (FR) e número de nematoides por grama de raízes
 296 (nema/g) de cultivares de feijão do grupo cores inoculadas com *Meloidogyne inornata*.

Cultivar	MFR	FR	Nema/g	Reação
IPR Curió	5,62	13,69 c	5.778 c	S
Carioca	6,05	16,24 c	6.532 c	S
BRS Requite	2,90	28,22 bc	24.529 a	S
BRS Talismã	6,14	30,2 bc	10.162 abc	S
BRS Princesa	4,64	32,23 bc	21.096 a	S
IPR Tangará	10,96	32,90 bc	7.356 bc	S
IAC Alvorada	7,99	36,06 bc	9.656 abc	S
IAPAR 81	7,19	36,07 bc	17.488 abc	S
IPR Corujinha	10,19	36,27 bc	6.778 bc	S
IPR Siriri	4,29	37,84 bc	27.403 a	S
FT 65	7,66	40,55 b	10.013 abc	S
BRS Pioneiro	5,42	40,66 b	23.384 a	S
BRS Horizonte	4,46	48,61 b	20.042 a	S
Pérola	9,44	49,64 b	10.072 abc	S
BRS Pontal	5,29	51,42 b	20.981 a	S
IPR Garça	9,71	51,42 b	12.371 abc	S
IPR Andorinha	9,34	94,71 a	19.823 a	AS
Tomate	13,58	93,3 a	14.899 ab	AS

297 ^{1,2} Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste

298 LSD, a 5% de probabilidade.

299

300 **Tabela 2.** Fator de reprodução (FR) e número de nematoides por grama de raízes
 301 (nema/g) de cultivares de feijão do grupo preto inoculadas com *Meloidogyne inornata*.

Cultivar	MFR	FR	Nema/g	Reação
IPA 10	7,50	17,31d	8.244 a	S
FT Esteio	6,67	24,97 cd	14.405 abc	S
BRS Supremo	6,99	25,69 d	6.796 ab	S
Chopim	5,99	31,44 cd	12.888 bcd	S
FT Esteio	6,67	24,97 cd	14.405 abc	S
BRS Esplendor	9,18	37,67 cd	8.503 abc	S
BRS Campeiro	9,37	43,07cd	13.017 bcd	S
Grafite	3,39	44,23 cd	49.419 e	S
FT Nativo	6,34	46,80 cd	16.770 cde	S
IAC Diplomata	9,84	47,16 cd	12.819 bc	S
IPR Gralha	8,51	47,70 cd	12.939 bc	S
Tuiuiú	10,44	48,09 cd	10.288 abc	S
Rio Tibagi	6,67	48,34 cd	14.938 cde	S
IPR Uirapuru	8,25	52,86 bc	14.805 cde	S
IAPAR 44	6,55	80,46 ab	33.587 de	AS
Tomate	13,58	93,3 a	14.899 cde	AS

302 ^{1,2}Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste

303 LSD, a 5% de probabilidade

304

305

306

307

308

309 **Patogenicidade**

310 As relações entre a densidade populacional inicial (P_i) de *M. inornata* e os
311 valores de massa fresca de raízes (MFR) e massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da
312 parte aérea de plantas de feijão cv. Tuiuiú foram descritas pelas respectivas equações de
313 Seinhorst (Figuras 2, 3 e 4). Sintomas do ataque de *M. inornata* na parte aérea das
314 plantas de feijão não foram visíveis, entretanto, o sistema radicular apresentava grande
315 quantidade de galhas e menor desenvolvimento nas plantas inoculadas a partir da P_i de
316 1,0 nematoide/ cm^3 de solo (Figura 2).

317 A análise dos modelos obtidos para MFR, MFPA e MSPA retornou valores de
318 R^2 de 0,83; 0,66 e 0,59 e soma de quadrados de 85,12; 756,85 e 13,73, respectivamente
319 (Figuras 2, 3 e 4). O limite de tolerância (T) obtido para plantas de feijão cv. Tuiuiú
320 para *M. inornata* foi estimado em 9,9 nematoides/ cm^3 de solo. Os valores relativos de
321 rendimento (m) para MFR, MFPA e MSPA foram 0,41; 0,49 e 0,34, para P_i de 2,0
322 (MFR) e 64,0 (MFPA e MSPA), respectivamente.

323 O valor máximo para o fator de reprodução do nematoide (FR) foi 28,13 em uma
324 P_i de 0,125 nematoides/ cm^3 de solo (Tabela 3). De maneira geral, o FR decresceu em
325 função do aumento da P_i inoculada e, contrariamente, os valores de nema/g aumentaram
326 consideravelmente com o aumento da P_i .

327

328

329

330

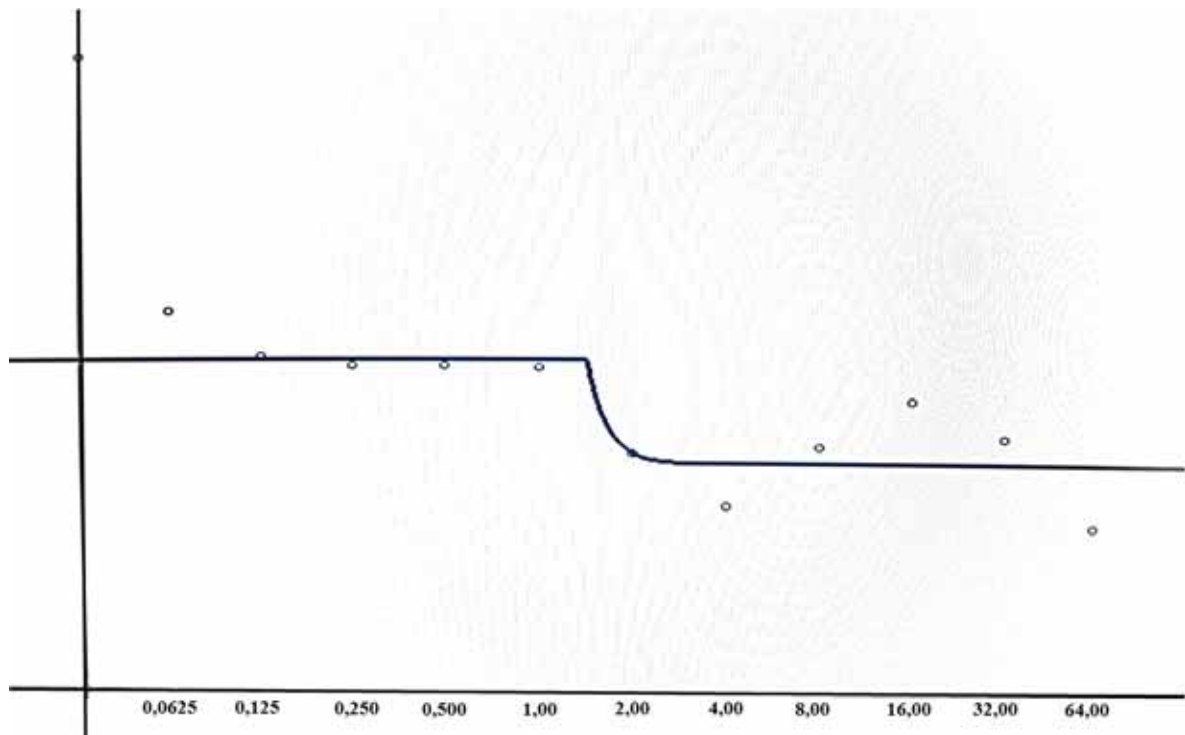
331

332 **Tabela 3.** Relação entre densidade populacional inicial de *M. inornata* e fator de
 333 reprodução (FR) e número de nematoides por grama de raízes (Nema/g) em plantas de
 334 feijão cv. Tuiuiú, 50 dias após a inoculação.

Densidade populacional inicial	Densidade populacional por planta	FR	Nema/g
0,0625	187,5	26,54	233
0,125	375	28,13	555
0,25	750	27,77	1.103
0,50	1.500	18,66	2.318
1,00	3.000	9,14	1.760
2,00	6.000	3,59	1.657
4,00	12.000	2,97	4.294
8,00	24.000	8,58	19.742
16,00	48.000	4,15	11.677
32,00	96.000	7,03	36.808
64,00	192.000	2,55	55.838

335

336



337

338 **Figura 2.** Relação entre densidades populacionais iniciais de *M. inornata* e a massa
 339 fresca de raízes de plantas de feijão cv. Tuiuiú.

340

341

342

343

344

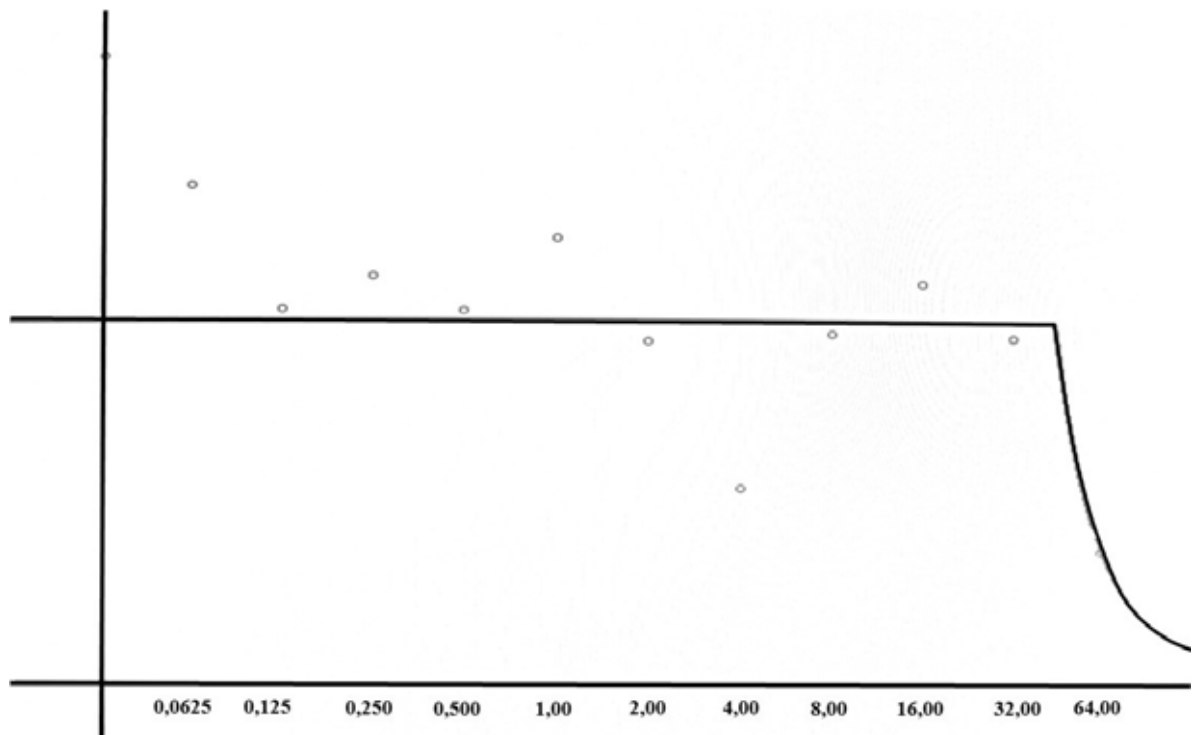
345

346

347

348

349



350

351 **Figura 3.** Relação entre densidades populacionais iniciais de *M. inornata* e a massa
 352 fresca de parte aérea de plantas de feijão cv. Tuiuiú.

353

354

355

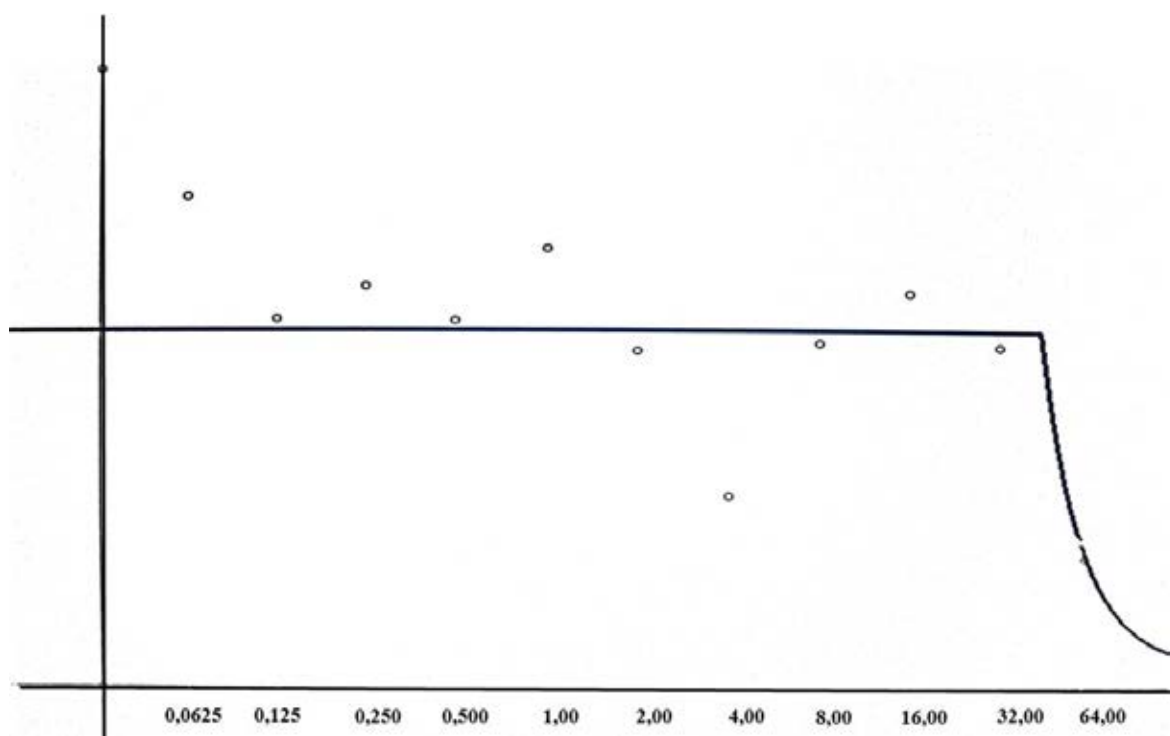
356

357

358

359

360



361

362 **Figura 4.** Relação entre densidades populacionais iniciais de *Meloidogyne inornata* e a
 363 massa seca de parte aérea de plantas de feijão cv. Tuiuiú.

364

365 DISCUSSÃO

366

367 Em relação à biologia de *M. inornata*, comparando-se com *M. incognita*, em
 368 feijão cv. Tuiuiú. Observou-se que a temperatura de 18 °C não é adequada para o
 369 desenvolvimento de ambos os nematoides, uma vez que o ciclo alongou-se e não foi
 370 completado até os 31 DAI. A temperatura de 25 °C é mais adequada ao
 371 desenvolvimento dos nematoides, com duração do ciclo de cerca de 31 dias. Já aos 32
 372 °C, ambos tiveram seu ciclo reduzido, completando-se em três semanas. Sabe-se que o
 373 ciclo de vida das espécies de nematoides de galhas geralmente completa-se em torno de
 374 25 dias, em ambientes com temperaturas médias de 25 a 30 °C (Wyss et al. 1992), o que
 375 corrobora os resultados ora obtidos. Entretanto, a duração do ciclo pode variar conforme

376 as condições ambientais, especialmente a temperatura, a espécie de nematoide e a
377 cultura (Jaehn 1993; Phong et al. 2013).

378 Além disso, em praticamente todas as avaliações relativas à biologia dos
379 nematoides, foi observado um maior número de exemplares de *M. inornata* no interior
380 das raízes de feijão, quando comparado com *M. incognita*, mostrando que,
381 provavelmente, *M. inornata* tem maior capacidade de penetração e multiplicação em
382 feijão do que *M. incognita*.

383 Os cortes microscópicos das raízes da cultivar IPR Tuiuiú inoculadas com *M.*
384 *inornata* e *M. incognita* revelaram uma típica reação de suscetibilidade a ambos os
385 nematoides, com grandes modificações celulares, células gigantes multinucleadas, com
386 paredes espessas, além de citoplasma denso e pequenos vacúolos, assim como descrito
387 por Bird (1961), Davis et al. (2004) e Abad et al. (2009). Tais modificações foram
388 sempre associadas a fêmeas maduras, localizadas próximas de cenócitos bem
389 desenvolvidos, que são responsáveis pelo sequestro de nutrientes do hospedeiro para
390 desenvolvimento do nematoide e que limitam a translocação de água e nutrientes das
391 raízes infectadas para a parte aérea das plantas (Hussey e Williamson 1997).

392 Várias espécies de nematoides de galhas são relatadas causando perdas
393 significativas na cultura do feijão, tanto no Brasil quanto no restante do mundo, sendo
394 as mais comuns *M. incognita* e *M. javanica* (Machado et al. 2014; Bonfim Júnior 2013;
395 Di Vito et al. 2005). Uma das ferramentas de manejo disponíveis é a utilização de
396 cultivares resistentes para redução das populações dos nematoides no solo (Ferraz et al.
397 2010). Entretanto, a maioria das cultivares de feijão comumente utilizadas no Brasil não
398 possui níveis adequados de resistência aos nematoides de galhas (Amaro et al. 2014;
399 Barbosa et al. 2014; Bernini et al. 2014; Bonfim Júnior 2013; Zeni et al. 2014).

400 Além das espécies comumente encontradas em lavouras de feijão (Bonfim
401 Júnior 2013), outras têm sido relatadas na cultura, como é o caso de *M. inornata*
402 (Machado et al. 2013). Por se tratar do primeiro relato em feijão, não há informações
403 disponíveis na literatura a respeito da reação de cultivares ou mesmo da capacidade do
404 nematoide em causar danos à cultura.

405 Em função disso, um dos objetivos do presente trabalho foi à caracterização de
406 cultivares de feijão quanto à reação a *M. inornata*. Os resultados mostraram que todas as
407 cultivares de feijão testadas, tanto do grupo preto quanto do grupo cores, comportaram-
408 se como suscetíveis frente ao nematoide. Infelizmente, fontes de resistência a outras
409 espécies de nematoides de galhas em feijão também são escassas. Nesse sentido, em
410 relação a *M. incognita*, alta resistência (FR = 0) foi relatada por Alves et al. (2011), no
411 genótipo Preto Meia Lua, e resistência nos genótipos Terrinha-2 e Mulatinho. Já para
412 *M. javanica*, relatos de resistência foram feitos por Bonfim Junior (2013), na cultivar
413 BRS Requite, e por Baida et al. (2011), nas linhagens ‘Hav 06’, ‘Hav 11’, ‘Hav 28’,
414 ‘Hav 50’, ‘Hav 69’ e ‘Torino’. Entretanto, tais genótipos não foram testados no presente
415 trabalho. Além disso, outros genótipos de feijão deverão ser testados em relação à
416 reação a *M. inornata*, buscando-se fontes de resistência ao patógeno.

417 De maneira geral, a correspondência entre os valores de FR e nema/g foram
418 baixos, especialmente para o grupo cores. Isso demonstra que, embora as cultivares
419 tenham apresentado valores de FR estatisticamente inferiores que os apresentados pela
420 testemunha, em ambos os experimentos, os valores de nema/g foram elevados, na sua
421 maioria não diferindo da testemunha. Tal fato poderia ser explicado pequena quantidade
422 de raízes obtida ao final do período experimental, o que sugere que o nematoide
423 danifica o sistema radicular de feijão. Como a quantidade de raízes é uma característica

424 intrínseca de cada cultivar, a utilização da variável nema/g para explicar a reação de
425 diferentes cultivares é altamente recomendável.

426 O desenvolvimento e hábito parasitário de *M. inornata* observado, bastante
427 similar aos de *M. incognita*, sugerem que aquela espécie tem potencial para causar
428 severos danos à cultura, caso seja disseminado em lavouras produtoras de feijão. A
429 severidade de *M. inornata*, também pode ser comprovada pela formação de grande
430 quantidade de galhas radiculares e pelo menor desenvolvimento das plantas inoculadas.

431 Nesse sentido, os resultados obtidos no teste de patogenicidade de *M. inornata*
432 em feijão cv. Tuiuiú confirmaram seu potencial de causar danos à cultura,
433 principalmente em relação ao desenvolvimento radicular. O limite de tolerância da
434 cultura a *M. inornata* é maior que aqueles estabelecidos para *M. incognita* e *M.*
435 *javanica*, demonstrando que, apesar de sua capacidade em causar danos, estes
436 provavelmente seriam menores que os provocados pelas duas espécies citadas. Por
437 exemplo, Machado et al. (2014) estabeleceram o limite de tolerância de feijão a *M.*
438 *javanica* em quatro nematoides/ cm³ de solo, enquanto que Di Vito et al. (2007), em
439 1,3 e 0,6, e Sharma (1981), em um nematoide/ cm³ de solo. Já para *M. incognita*, o
440 limite de tolerância para MFR e MFPA de feijão foi estabelecido em 2 e 0,25
441 nematoides/ cm³ de solo (Di Vito et al., 2004). Tal informação é importante para a
442 tomada de decisão acerca das ferramentas de manejo a serem adotadas para redução
443 populacional do nematoide.

444 Efeitos mais pronunciados na redução do desenvolvimento das plantas foram
445 observados para a variável massa fresca de raízes, o que corrobora com os resultados
446 obtidos na reação de cultivares, em que houve baixa correspondência entre os valores de
447 FR e nema/g devido à pequena quantidade de raízes ao final do período experimental.
448 Os danos na parte aérea das plantas não foram visíveis no experimento e a análise de

449 Seinhorst também demonstrou menor efeito do nematoide nas variáveis MFPA e
450 MSPA, quando comparadas com MFR. Machado et al. (2013) também não observaram
451 sintomas do ataque de *M. inornata* na parte aérea em lavoura de feijão infestada pelo
452 nematoide.

453 Além disso, o teste de patogenicidade mostrou que, à medida que se aumentou a
454 Pi, FR decresceu e nema/g aumentou. Tal situação é comumente observada em
455 trabalhos em que se inoculam densidades populacionais crescentes de nematoides
456 (Castillo et al. 2001; Di Vito et al. 1986, 2005; Machado et al. 2014), uma vez que, com
457 o incremento na população, ocorre maior dano ao sistema radicular e,
458 conseqüentemente, aumenta a competição por sítios de alimentação.

459 Em função do exposto, conclui-se que o manejo adequado de *M. inornata* em
460 lavouras de feijão é importante para garantir a produtividade da cultura, evitando-se os
461 possíveis danos causados pelo nematoide. Ademais, deve-se atentar para a disseminação
462 desse patógeno em áreas indenens, uma vez que possui capacidade em causar danos à
463 cultura e pode constituir-se um potencial problema para o feijão. Cuidados com
464 materiais de propagação e maquinário agrícola são essenciais para impedir a entrada e o
465 estabelecimento de *M. inornata* em áreas indenens. A busca por genótipos de feijão, ou
466 outras espécies vegetais que possam ser utilizadas em esquemas de rotação de culturas,
467 com elevados níveis de resistência a *M. inornata* é desejável.

468

469

470

471

472

473

474 **REFERÊNCIAS**

- 475 ABAD-FRANCH, F. MONTEIRO, J. O. N.; GURGEL-GONÇALVES. Ecology,
476 evolution and the long-term surveillance of vector-borne Chagas disease: a multi-scale
477 appraisal of the tribe Rhodniini (Triatominae). **Acta Trop**, v. 110, p. 159-177, 2009.
478
- 479 ALVES, R. F.; SANTOS, L. N. S.; MORAES, W. B.; COSMI, F. C.; CABRAL, P. D.
480 S.; MARTINS FILHO, S.; MATTA, F. P.; JESUS JÚNIOR, W. C. Reaction of
481 common bean genotypes to *Meloidogyne incognita* race 1. **Idesia**, Chile, v. 29, n. 2, p.
482 95-98, 2011.
- 483 AMARO, P. M.; MATUNAGA, D. S.; MARINI, P. M.; SILVA, S. A.; MACHADO,
484 A. C. Z. Reação de cultivares de feijoeiro a *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus*
485 *brachyurus*. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11, 2014,
486 Londrina. Tecnologias para a sustentabilidade da cultura do feijão. **Anais...**Londrina,
487 2014.
488
- 489 ANTHONY, F.; TOPART, P.; MARTINEZ, A.; SILVA, M.; NICOLE M.
490 Hypersensitive-like reaction conferred by de *Mex-1* resistance gene
491 against *Meloidogyne exigua* in coffee. **Plant Pathology**, Oxford, v. 54, p.476-482,
492 2005.
- 493 BAIDA, F. C. ; SANTIAGO, D. C.; TAKAHASHI, L. S. A.; ATHANÁZIO, J. C.; M.
494 C. CADIOLI; LEVY, R. M. Reação de linhagens de feijão-vagem ao *Meloidogyne*
495 *javanica* e *M. paranaensis* em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum. Agronomy**,
496 Maringá, v. 33, n. 2, p. 237-241, 2011.
- 497 BARBOSA, G. G.; DADAZIO, T. S.; AMARO, P. M.; SILVA, S. A.; MACHADO, A.
498 C. Z. Reação de cultivares de feijão a *Meloidogyne paranaensis*. In: CONGRESSO
499 NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11, 2014, Londrina. Tecnologias para a
500 sustentabilidade da cultura do feijão. **Anais...**Londrina, 2014.
- 501
- 502 BERNINI, B.; ZENI, F.; DORIGO, O. F.; SILVA, S. A.; MACHADO, A. C. Z. Reação
503 de cultivares de feijão a *Meloidogyne enterolobii*. In: CONGRESSO NACIONAL DE
504 PESQUISA DE FEIJÃO, 11, 2014, Londrina. Tecnologias para a sustentabilidade da
505 cultura do feijão. **Anais...**Londrina, 2014.
506
- 507 BIRD, A. F. The ultrastructure and histochemistry of a nematode-induced giant
508 cell. **Journal of Biophysical and Biochemical Cytology**, London, v. 11, p.701-705,
509 1961.
- 510 BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para
511 extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia**
512 **Brasileira**, Campos, v.6, n.3, p.553, 1981.
- 513 BONFIM JUNIOR, M. F. **Nematoides em feijoeiro comum: ocorrência nos Estados**
514 **do Paraná e São Paulo, e interação de cultivares com *Pratylenchus brachyurus*,**
515 ***Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*.** 2013. 116 f. Tese (Doutorado em

- 516 Ciências/ Fitopatologia)- Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura
517 “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.
- 518 BYBD, D. W.; KIRKPATRICK, T.; BARKER, K. An improved technique for clearing
519 and staining plant tissues for detection of nematodes. **Journal of Nematology**,
520 Riverside, v. 15, p. 142-14, 1983.
- 521 CARNEIRO, R. M. D. G.; LOURDES, M. M.; ALMEIDA, M. R. A.; DOS SANTOS,
522 M. F. A.; GOMES, A. C. M. M.; KARSSSEN, G. Additional information on
523 *Meloidogyne inornata* Lordello, 1956 (Tylenchida: Meloidogynidae) and its
524 characterisation as a valid species. **Nematology**, v. 10, n. 1, p. 123-136, 2008.
- 525 CONAB. Companhia Nacional de Desenvolvimento. **Acompanhamento da safra**
526 **brasileira de grãos 2011/2012- Oitavo levantamento**. Brasília, p. 5-34, 2012.
- 527 COOLEN, W. A.; D’HERDE, C. J. **A method for quantitative extration of**
528 **nematodes from plant tissue**. Merebelke, State Nematology Research Station. 1972,
529 77 pp.
- 530 DAVIS, E. L.; HUSSEY, R. S.; BAUM, T. J. Getting to the roots of parasitism by
531 nematodes. **Trends in Parasitology**, Boston, v. 20, p. 134-141, 2004
- 532 DEBOUCK, D. Systematics and morphology. In: Schoonhoven, A & Voyses,O. (Ed.).
533 **Common Beans- Research for cropimprovement**. Ciat, p. 55-118, 1991.
534
- 535 DI VITO, M.; GRECO, N.; CARELLA, A. Effect of *Meloidogyne incognita* and
536 importance of the inoculum on the yield of egg plant. **Journal of Nematology**,
537 Riverside, v. 18, p. 487–90, 1986.
538
- 539 DI VITO, M.; PARISI, B.; CARBONI, A.; RANALLI, P.; CATALANO, F. Response
540 of common bean (*Phaseolus vulgaris*) to Italian populations of four species of
541 *Meloidogyne*. **Nematologia Mediterrânea**, Bali (Itália), v. 33, p. 19-23, 2005.
- 542 DI VITO, M.; PARISI, B.; CATALANO, F. Effect of population densities of
543 *Meloidogyne incognita* in common bean. **Nematologia Mediterrânea**, Bali (Itália), v.
544 32, p. 81-85, 2004.
- 545 DI VITO, M.; PARISI, B.; CATALANO, F. Pathogenicity of *Meloidogyne javanica* on
546 common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Nematropica**, v. 37, n. 2, p. 339-344, 2007.
- 547 FERRAZ, S. Summary report on the current status, progress and needs for
548 *Meloidogyne* research in Brazil (region III). In: SASSER, J.N. & C.C. CARTER (ed).
549 An Advanced Treatise on *Meloidogyne* v. 1. Biology and Control. North Carolina State
550 University, Raleigh, p. 351-352, 1985.
- 551 FERRAZ, S.; GRASSI DE FREITAS, L.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R.
552 **Manejo Sustentável de Fitonematoides**. 1. Reimpressão. Viçosa (MG): Universidade
553 Federal de Viçosa, 2010. 306 p.
- 554 HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of
555 *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease Reporter**, Washington, n.

- 556 57, p. 1025-1028, 1973.
557
- 558 HUSSEY, R. S.; WILLIAMSON, V. M.. Physiological and molecular aspects of
559 nematode parasitism. In: Barker, K. R., Pederson, G. A., Windham G. L. **Plant and**
560 **Nematode Interactions**. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, p. 87-
561 108, 1997.
562
- 563 INOMOTO, M. M. Nematoides do gênero *Pratylenchus* em algodoeiro e feijoeiro no
564 Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 29. , 2011, Brasília.
565 **Anais...** Uberlândia (MG), p. 147-14, 2011.
566
- 567 JAEHN, A. Efeito da temperatura no desenvolvimento de *Meloidogyne incognita* raça 2
568 em mucuna preta. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 17, n. 1, p. 57-65, 1993.
569 JENKINS, W.R.A. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes
570 from soil. **Plant Disease Report**, Washington, v. 48, n. 9, p. 692. 1964.
571
- 572 LORDELLO, L. G. E. Contribuição ao estudo de nematoides que causam galhas nas
573 raízes de plantas no Estado de São Paulo e Estados vizinhos. **Anais: E. S. A. Luiz de**
574 **Queiroz**, v. 21, p.181-218, 1956.
- 575
- 576 MACHADO, A. C. Z. Nematoides em feijão: perdas de 10% podem chegar a 50%.
577 **Portal do agronegócio**, 2011. Disponível em:
578 <[http://nematologia.com.br/2011/12/nematoides-em-feijao-perdas-de-10-podemchegar-](http://nematologia.com.br/2011/12/nematoides-em-feijao-perdas-de-10-podemchegar-a-50/)
579 [a-50/](http://nematologia.com.br/2011/12/nematoides-em-feijao-perdas-de-10-podemchegar-a-50/)>. Acesso em: 10 ago. 2013.
- 580 MACHADO, A. C. Z.; DADAZIO, T.; MARINI, P. M.; SILVA, S. A. Patogenicidade
581 comparativa de *M. incognita* e *M. javanica* em feijão. In: CONGRESSO NACIONAL
582 DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11, 2014, Londrina. Tecnologias para a sustentabilidade
583 da cultura do feijão. **Anais...**Londrina, 2014.
584
- 585 MACHADO, A. C. Z.; DORIGO, O. F.; MATTEI, D. First report of the root knot
586 nematode *Meloidogyne inornata* parasitizing common bean in Paraná State, Brazil.
587 **Plant Disease**, Washington, 2013.
588
- 589 MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Brasil: projeções do**
590 **agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília (DF), p. 1-50, 2012.
- 591 MOTTA, F. C.; ALVES. G. C. S.; GIBAND, M.; GOMES, A. C. M. M.; SOUZA, F.
592 R.; MATTOS, V. S.; BARBOSA, V. H. S.; BARROSO, P. A. V.; NICOLE, M.;
593 PEIXOTO, J. R.; ROCHA, M. R.; CARNEIRO, R. M. D. G. New sources of resistance
594 to *Meloidogyne incognita* race 3 in wild cotton accessions and histological
595 characterization of the defence mechanisms. **Plant Pathology**, Nottingham, v. 62, p.
596 1173-1183, 2012.
- 597 OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants.
598 **Mededelingen Landbouw hogeschool**, Wageningen, v. 66, p. 3-46, 1966.
599
- 600 PHONG, N. D. et al.. Quantifying Source and Dynamics of Acidic Pollution in a
601 Coastal Acid Sulphate Soil Area. **Water Air Soil Pollution**, v. 224, p. 1765, 2013.

- 602 SEINHORST, J. W. The relation between nematode density and damage to plants.
603 **Nematologica**, v. 11, p. 137-154, 1965.
604
- 605 SIMÃO, G.; HOMECHIN, M.; SANTIAGO, D. C.; SILVA, R. T. V.; RIBEIRO, E. R.
606 Comportamento de duas cultivares de feijoeiro em relação a *Meloidogyne incognita*. **Ciência**
607 **Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 266- 270, 2005.
608
- 609 SHARMA, R. D. Pathogenicity of *Meloidogyne javanica* to bean (*Phaseolus*
610 *vulgaris* L.). **Sociedade Brasileira de Nematologia**, Brasília, v. 5, p. 137-144, 1981.
- 611 SOUTHEY, J. F. **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes**. London:
612 Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Her Majesty's Stationery Office, 1970. 148 p.
613
- 614 TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biology, identification and control of root-knot**
615 **nematodes (*Meloidogyne* species)**. Raleigh, North Carolina State University, 1978. 111
616 p.
617
- 618 THUNG, M. D. T.; OLIVEIRA, I. P. Problemas abióticos que afetam a produção do
619 feijoeiro e seus métodos de controle. Santo Antônio do Goiás: **EMBRAPA-CNPAP**,
620 1998. 172 p.
621
- 622 TRIANTAPHYLLOU, A. C.; HIRSCHMANN, H. Post-infection development
623 of *Meloidogyne incognita* Chitwood, 1949 (Nematoda: Heteroderidae). Reprinted from:
624 **Annales de L'Institut Phytopathologique Benaki**, v. 3, p. 1-11, 1960.
625
- 626 VIAENE, N. M.; SIMOENS, P.; ABAWI, G. S. SeinFit, a computer program for the
627 estimation of the Seinhorst equation. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 29, p. 474-
628 477, 1997.
- 629 ZENI, F.; DADAZIO, S. T.; AMARO, P. M.; SILVA, S. A.; MACHADO, A. C. Z.
630 Reação de cultivares de feijão a *Meloidogyne javanicas*. In: CONGRESSO
631 NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11, 2014, Londrina. Tecnologias para a
632 sustentabilidade da cultura do feijão. **Anais...**Londrina, 2014.
- 633
- 634 WYSS, M.; SMEITINK, J.; WEVERS, R. A.; WALLIMANN, T. Mitochondrial
635 creatine kinase: a key enzyme of aerobic energy metabolism. **Biochim. Biophys. Acta**,
636 v.1102, p. 119-166, 1992.
637

3 CONCLUSÃO

A temperatura de 25°C é a mais adequada para o desenvolvimento de ambas as espécies de nematoide, com duração de 31 dias. Já na temperatura de 18°C o ciclo se alongou e aos 32°C o ciclo se reduziu.

Todas as cultivares testadas se comportaram como suscetíveis a *M. inornata*, devendo-se testar outras cultivares afim de se encontrar resistência.

M. inornata causa danos ao feijoeiro, especialmente ao crescimento do sistema radicular, não afetando a parte aérea.

4 REFERÊNCIAS

AIDAR, H. O cultivo do feijoeiro comum. **Sistema de Produção/Embrapa Arroz e Feijão**. Goiânia, 2003. Disponível em: <sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm>. Acesso em: 10 ago. 2013.

AGROFIT. **Manejo de doenças do feijoeiro comum**. 2010. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 ago. 2013.

ALVES, R. F. et al. Reaction of common bean genotypes to *Meloidogyne incognita* race 1. **Idesia**, Chile, v. 29, n. 2, p. 95-98, 2011.

ARAÚJO FILHO, J. V. **Meloidoginoses da cultura do tabaco: identificação de espécies, caracterização de isolados e reação de genótipos de *Nicotiana* spp. a *Meloidogyne enterolobii***. 2012. 91 f. Tese (Doutorado em Ciências/ Fitopatologia)- Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012.

BAIDA, F. C. et al. Reação de linhagens de feijão-vagem ao *Meloidogyne javanica* e *M. paranaensis* em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 237-241, 2011.

BONFIM JUNIOR, M. F. **Nematoides em feijoeiro comum: ocorrência nos Estados do Paraná e São Paulo, e interação de cultivares com *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica***. 2013. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências/ Fitopatologia)- Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

BRUINSMA, J. S. **Avaliação de métodos para o estudo da resistência de genótipos de soja a *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood**. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

CARNEIRO, R. M. D. G. et al. Additional information on *Meloidogyne inornata* Lordello, 1956 (Tylenchida: Meloidogynidae) and its characterisation as a valid species. **Nematology**, v. 10, n. 1, p. 123-136, 2008.

CASTAGNONE-SERENO, P. et al. Diversity and Evolution of root- knot nematodes, Genus *Meloidogyne*: New insights from the genomic era. **Annual Review of Phytopathology**, v. 51, p. 203-220, 2013.

CIF. Centro de Inteligência do Feijão. **Informações sobre o feijoeiro**. Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<http://www.cifeijao.com.br/index.php?p=historico>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Desenvolvimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2011/2012- Oitavo levantamento**. Brasília, p. 5-34, 2012.

DADAZIO, T. et al. Patogenicidade comparativa de *M. incognita* e *M. javanica* em feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11, 2014, Londrina. Tecnologias para a sustentabilidade da cultura do feijão. **Anais...**Londrina, 2014.

DEPEC. Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. **Feijão**. 2013. Disponível em: <http://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_feijao.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2013.

DIAS-ARIEITA, R. C.; FERRAZ, S.; RIBEIRO, R. C. F. Reação de Gramíneas Forrageiras a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 1, 2009.

DI VITO, M.; PARISI, B.; CATALANO, F. Effect of population densities of *Meloidogyne incognita* in common bean. **Nematologia Mediterrânea**, Bali (Itália), v. 32, p. 81-85, 2004.

DI VITO, M. et al. Response of common bean (*Phaseolus vulgaris*) to Italian populations of four species of *Meloidogyne*. **Nematologia Mediterrânea**, Bali (Itália), v. 33, p. 19-23, 2005.

DI VITO, M. et al. Genetics and introgression of resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Nematologia Mediterrânea**, Bali (Itália), v. 35, p. 193-198, 2007 b.

DI VITO, M.; PARISI, B.; CATALANO, F. Pathogenicity of *Meloidogyne javanica* on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Nematropica**, v. 37, n. 2, p. 339-344, 2007 a.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. Produção de feijão. **Agropecuária**, Guaíba, p. 385, 2000.

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

FAO. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. **In**: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Feijão Análise da Conjuntura Agropecuária, 2012.

FERRAZ, S. Summary report on the current status, progress and needs for *Meloidogyne* research in Brazil (region III). **In**: SASSER, J.N. & C.C. CARTER (ed). An Advanced

Treatise on Meloidogyne v. 1. Biology and Control. North Carolina State University, Raleigh, p. 351-352, 1985.

FERRAZ, S. et al. **Manejo Sustentável de Fitonematoides**. 1. Reimpressão. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, 2010. 306 p.

FIGUEIREDO, M. B. Algumas observações sobre os nematoides que atacam o fumo no Estado de São Paulo. **Revista Agrícola**, Piracicaba, v. 33, n. 2, p. 69-73, 1958.

FIorentin, F. **Identificação de *Meloidogyne* spp. em reservas legais e avaliação do parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 3 e *M. javanica* em plantas nativas do oeste paranaense**. 2010. 52 f. Dissertação (Mestre em Agronomia)- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2010.

GOMES, C. E. et al. Danos causados por *Meloidogyne* spp. no Município de Canguçu-RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 31, 2013, Cuiabá. Nematoides: desafios e manejo. **Anais...Cuiabá: Sociedade Brasileira de Nematologia**, 2013.

GOULART, A. M. C. Aspectos gerais sobre nematoides- das- lesões- radiculares (gênero *Pratylenchus*). **Embrapa Cerrados**, Planaltina (DF), p. 1-27, 2008.

GRIGOLLI, J. F. F.; ASMUS, G. L. Manejo de nematoides na cultura da soja. **Tecnologia e produção: Soja 2013/2014**, Mato Grosso, n. 9, p. 194-203, 2013.

GUIMARÃES, T. M. **Multiplicação do nematoide *Meloidogyne javanica* em plantas invasoras e seus efeitos sobre o desenvolvimento do manjeriço**. 2012. 91 f. Dissertação(Mestrado em Agronomia)- Universidade de Brasília, Brasília (DF), 2012.

GROSSI DE SÁ, M. **Análise funcional de genes expressos em glândula esofágica dorsal de *Meloidogyne incognita* envolvidos no fitoparasitismo**. 2010. 67 p. Dissertação (Mestre em Ciências Genômicas e Biotecnologia)- Universidade Católica de Brasília, Brasília (DF), 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. v. 26, n. 2, p. 1-84, 2013.

INOMOTO, M. M. **Efeito de diferentes espécies vegetais sobre a população de nematoides para uso em rotação de culturas com a soja**. 2008. Disponível em:<http://www.pioneersementes.com.br/upload/download/files/DownloadFile_260.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2013.

INOMOTO, M. M. Nematoides do gênero *Pratylenchus* em algodoeiro e feijoeiro no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 29, 2011, Brasília. **Anais...**Uberlândia (MG), p. 147-14, 2011.

JAEHN, A. Efeito da temperatura no desenvolvimento de *Meloidogyne incognita* raça 2em mucuna preta. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba,v. 17, n. 1, p. 57-65, 1993.

KARSSSEN, G. e MOENS, M. Root-knot nematodes. **In:** PERRY, R. N.; MOENS, M. (Eds.). *Plant nematology*. Wallingford, UK: CAB International, 2006. p. 59-90.

LORDELLO, L. G. E. Contribuição ao estudo de nematoides que causam galhas nas raízes de plantas no Estado de São Paulo e Estados vizinhos.**Anais:** E. S. A. Luiz de Queiroz, v. 21, p.181-218, 1956.

LYONS, J. M.; KEITH, A. D.; THOMASON, I. J. Temperature-induced phase transitions in nematode lipids and their influence on respiration. **Journal of Nematology**, Riverside, v.7, p. 98–104, 1975.

MACHADO, A. C. Z. Nematoides em feijão: perdas de 10% podem chegar a 50%. **Portal do agronegócio**, 2011. Disponível em:<<http://nematologia.com.br/2011/12/nematoides-em-feijao-perdas-de-10-podemchegar-a-50/>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

MACHADO, A. C. Z.; DORIGO, O. F.; MATTEI, D. First report of the root knot nematode *Meloidogyne inornata* parasitizing common bean in Paraná State, Brazil. **Plant Disease**, Washington, 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Classificação do feijão**, 2008. Disponível em:<http://www.unifeijao.com.br/telas/class_feija.php>. Acesso em: 10 ago. 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Brasil: projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília (DF), p. 1-50, 2012.

- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio 2012/2013 a 2022/2023**. Brasília (DF), p.1-98, 2013.
- MELLO-FILHO, A. T.; LORDELLO, L. G. E. Causas do declínio da cultura do feijão no norte do Paraná. **O Solo**, Piracicaba, v. 62, n. 2, p. 15, 1970.
- MIZOBUTSI, E. H. et al. Avaliação dos componentes de resistência da linhagem L2300 de feijoeiro a *Heterodera glycines*. **Nematologia brasileira**, Piracicaba (SP), v. 30, n. 3, p. 251-257, 2006.
- MOENS et al. *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important plant parasites. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. **Root-knot nematodes**. Wallingford: CAB International, 2009. P. 1-17.
- PEIXOTO, L. A. et al. Avaliação do desenvolvimento de genótipos de feijoeiro parasitados por *Meloidogyne incognita*. **Nucleus**, v. 8, n. 1, p. 463-472, 2011.
- SAIGUSA, T. On the egg development and its morphological observations of the root-knot nematode, *Meloidogyne* spp. **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, v. 1, p. 238-243, 1957.
- SANTOS, L. N. S. et al. Damage quantification and reaction of bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) to *Meloidogyne incognita* raça 3 and *M. javanica*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 1, p. 24-29, 2012.
- SANTOS, M. A.; RUANO, O. Reação de plantas usadas como adubos verdes a *Meloidogyne incognita* raça 3 e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 11, p. 184-197, 1987.
- SANTOS, M. F. A. **Diversidade de *Meloidogyne incognita* e espécies correlatas como sugerem abordagens biológicas, citológicas, morfológicas e moleculares**. 2011. 96 p. Dissertação (Mestre em Fitopatologia)- Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- SILVA, M. A. et al. Reprodução de *Heterodera glycines* em algumas leguminosas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 324, 1997.

SIKORA, R. A.; GRECO, N. Nematodes parasites of food legumes. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**, Wallingford, p. 181-235, 1990.

SIMÃO, G. et al. Comportamento de duas cultivares de feijoeiro em relação a *Meloidogyne incognita*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 266- 270, 2005.

SIMÃO, G. et al. Reação de cultivares e linhagens de feijoeiro em relação a *Meloidogyne javanica* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1003-1008, 2010.

WEISCHER, B. e BROWN, D. J. F. **Conhecendo os nematoides: Nematologia geral**. Sofia, Pensoft, 2001. 209 p.

ZENI, F. et al. Reação de cultivares de feijão a *Meloidogyne javanicas*. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11, 2014, Londrina. Tecnologias para a sustentabilidade da cultura do feijão. **Anais...**Londrina, 2014.