**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Nematoides em feijoeiro-comum: ocorrência nos Estados do Paraná e
São Paulo, e interação de cultivares com *Pratylenchus brachyurus*,
Meloidogyne incognita e *Meloidogyne javanica***

Mauro Ferreira Bonfim Junior

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de Concentração:
Fitopatologia

**Piracicaba
2013**

Mauro Ferreira Bonfim Junior
Engenheiro Agrônomo

Nematoides em feijoeiro-comum: ocorrência nos Estados do Paraná e São Paulo, e interação de cultivares com *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*

Orientador:
Prof. Dr. MÁRIO MASSAYUKI INOMOTO

Tese apresentada para obtenção do título
de Doutor em Ciências. Área de Concentração:
Fitopatologia

**Piracicaba
2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Bonfim Junior, Mauro Ferreira

Nematoides em feijoeiro-comum: ocorrência nos Estados do Paraná e São Paulo, e interação de cultivares com *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* / Mauro Ferreira Bonfim Junior.- - Piracicaba, 2013.

115 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Levantamento 2. Fitonematoides 3. Densidades populacionais 4. Fator de reprodução
5. Resistência I. Título

CDD 635.652
B713n

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

*Aos meus pais, Mauro Ferreira Bonfim e Rosa Maria Santiago Lima Bonfim, e minhas avós,
Iracy Sobral Ferreira e Conceição Vicencia Santiago da Silva (in memorian), pelo incentivo e
educação;*

Aos meus irmãos Uillian Ferreira Bonfim Neto e Leandro Ferreira Bonfim;

À minha tia Mirtes Bonfim Santos

Com amor

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A **Deus**,

A **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP)**,

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)** e à **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)**, pelo apoio financeiro,

Ao professor **Dr. Mário Massayuki Inomoto** pela orientação, amizade e incentivo a seguir na nematologia,

Aos **professores do Departamento de Fitopatologia e Nematologia (ESALQ/USP)** pela formação,

Ao **Dr. Murilo Lobo Júnior**, pesquisador da EMBRAPA, pelo envio das sementes de feijão,

Ao **Dr. Nelson Fonseca** e à **Dra. Andressa Cristina Zamboni Machado**, pesquisadores do IAPAR, pelo envio das sementes de feijão,

Ao Engº. Agrônomo, **Noemir Antoniazzi**, da cooperativa Agraria, e aos funcionários da cooperativa CAMP, e suas equipes, pelo apoio logístico na coleta das amostras no estado do Paraná,

Ao Engº. Agrônomo, **Guido Sanchez**, da cooperativa Holambra Agrícola pelo apoio logístico na coleta das amostras no estado de São Paulo,

Ao estagiário **Patrik**, da cooperativa Holambra Agrícola pelo auxílio na coleta das amostras,

Ao **Dr. Jerônimo Vieira de Araújo Filho**, pelo auxílio na identificação das espécies de *Meloidogyne*,

À **Sônia Regina Antedomenico**, técnica do laboratório de nematologia pela colaboração e amizade,

À **Sheila Carvalho** pela agradável companhia e apoio nos momentos difíceis,

Aos grandes amigos: **Alécio Moreira, Antônio Delgado, Cristiane de Carvalho, Daniel Oliveira, Fernando Rodrigues, Juliano Freitas, Jerônimo Araújo, Luciane Santini, Pedro Confort, Peterson Demite, Rafael Leal, Ricardo Engellman, Victor Forti e Victor Moura** pelos momentos de descontração,

Aos **colegas do programa de pós-graduação em Fitopatologia** pelos bons momentos e trocas de experiências,

Aos **professores e amigos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)** pelos ensinamentos e incentivos decisivos,

Aos **funcionários do prédio da Zoologia**, pelo apoio do dia-dia,

Aos funcionários da **Seção de Pós-Graduação** e da **Biblioteca**, pelos serviços prestados,

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para realização desta obra.

“O melhor uso da vida consiste em gastá-la por alguma coisa que dure mais que a própria vida.”

William James

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	19
Referências	22
2 LEVANTAMENTO DE NEMATOIDES FITOPARASITAS NA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM NOS ESTADOS DO PARANÁ E SÃO PAULO	23
Resumo	23
Abstract	24
2.1 Introdução	24
2.2 Material e Métodos	25
2.2.1 Identificação das espécies de <i>Meloidogyne</i>	27
2.3 Resultados	28
2.3.1 Identificação das espécies de <i>Meloidogyne</i>	36
2.4 Discussão	37
2.5 Conclusões	45
Referências	46
3 INTERAÇÃO <i>PRATYLENCHUS BRACHYURUS</i> -FEIJOEIRO COMUM: EFEITOS SOBRE A REPRODUÇÃO DO NEMATOIDE E O CRESCIMENTO DE FEIJOEIRO COMUM	49
Resumo	49
Abstract	49
3.1 Introdução	50
3.2 Material e Métodos	51
3.2.1 Manutenção do inoculo	51
3.2.2 Influência do parasitismo de <i>Pratylenchus brachyurus</i> sobre o crescimento da cultivar Pérola	51
3.2.3 Efeito de diferentes populações iniciais de <i>Pratylenchus brachyurus</i> sobre parâmetros de avaliação de resistência de feijoeiro-comum	53
3.2.4 Testes de Resistência	55
3.2.4.1 Inoculação e condução dos experimentos	56
3.2.4.2 Avaliação dos experimentos	57
3.3 Resultados	58
3.3.1 Influência do parasitismo de <i>Pratylenchus brachyurus</i> sobre o crescimento da cultivar Pérola	58
3.3.2 Efeito de diferentes populações iniciais de <i>Pratylenchus brachyurus</i> sobre parâmetros de avaliação de resistência de feijoeiro-comum	60

3.3.3 Testes de resistência	61
3.4 Discussão	66
3.4.1 Influência do parasitismo de <i>Pratylenchus brachyurus</i> sobre o crescimento da cultivar Pérola	66
3.4.2 Efeito de diferentes populações iniciais de <i>Pratylenchus brachyurus</i> sobre parâmetros de avaliação de resistência de feijoeiro-comum.....	68
3.4.3 Testes de resistência	69
3.5 Conclusão	70
Referências	70
4 REAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO COMUM À <i>MELOIDOGYNE INCOGNITA</i> e <i>MELOIDOGYNE JAVANICA</i>	74
Resumo	74
Abstract	75
4.1 Introdução	75
4.2 Material e Métodos	77
4.2.1 Experimentos com <i>Meloidogyne incognita</i>	77
4.2.2 Experimentos com <i>Meloidogyne javanica</i>	81
4.3 Resultados.....	83
4.3.1 Experimentos com <i>Meloidogyne incognita</i>	83
4.3.2 Experimentos com <i>Meloidogyne javanica</i>	84
4.4 Discussão	90
4.4.1 Experimentos com <i>Meloidogyne incognita</i>	90
4.4.2 Experimentos com <i>Meloidogyne javanica</i>	97
4.5 Conclusões.....	99
Referências	99
APÊNDICES	105
ANEXOS.....	111

RESUMO

Nematoides em feijoeiro-comum: ocorrência nos estados do Paraná e São Paulo, e interação de cultivares com *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado em vários países ao redor do mundo. O Brasil figura nesse cenário como o segundo maior produtor mundial de grãos secos da cultura, que é a principal fonte de proteína de origem vegetal para o consumo interno. Os nematoides-das-galhas, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, são as principais espécies causadoras da redução de produtividade da cultura. Entretanto, o *status* hospedeiro das cultivares comerciais atuais ao nematoide das galhas é desconhecido. Da mesma maneira, a distribuição, a resistência de cultivares e os danos de *Pratylenchus brachyurus* à cultura não foram investigados até o momento. Tendo em vista tal situação, o presente trabalho teve como objetivo determinar quais espécies de nematoides ocorrem em áreas produtoras de feijoeiro-comum; verificar a influência de *P. brachyurus* sobre o crescimento da cultivar Pérola; e o *status* hospedeiro de cultivares comerciais à *P. brachyurus*, *M. incognita* e *M. javanica* para o possível uso no manejo de áreas infestadas e como fonte de resistência em programas de melhoramento. No levantamento, coletaram-se 69 amostras compostas provenientes de dez cidades nos estados do Paraná e de São Paulo. Os efeitos de diferentes níveis populacionais de *P. brachyurus* sobre o crescimento de feijoeiro-comum cv. Pérola e sobre parâmetros de resistência [$FR = \text{população final (Pf)} / \text{população inicial (Pi)}$ e nematoides/g de raiz (Nem./g)] foram avaliados. Trinta e cinco cultivares comerciais de feijoeiro-comum, adaptadas às regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil foram avaliadas quanto à sua resistência às três principais espécies encontradas no levantamento, por meio do FR. Classificaram-se as cultivares com $FR < 1$ como resistentes e as com $FR \geq 1$ como suscetíveis. As seguintes espécies foram encontradas nos levantamentos: *P. brachyurus*, *P. crenatus*, *M. incognita*, *M. javanica*, *Rotylenchulus reniformis* e *Helicotylenchus dihystra*. Observou-se redução na massa fresca de raízes (g) da cultivar Pérola, nos tratamentos inoculados com 6,66 e 20 nem./cm³ de solo. Os FR foram maiores nos tratamentos com baixa Pi (0,83 e 2,5 nem./cm³ de solo). Apesar das cultivares terem mostrado FR variado, nenhuma das cultivares apresentou resistência às três espécies estudadas.

Palavras-chave: Levantamento; Fitonematoides; Densidades populacionais; Fator de reprodução; Resistência

ABSTRACT

Nematodes in common bean: occurrence in Paraná and São Paulo state, and interaction of cultivars with *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*

Common bean is grown in several countries around the world. Brazil is the second main producing of dry grains, which is the main source of protein for national consumption. The root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*, are the major species causing yield reduction in that crop. However, the host status of actual cultivars to those root-knot nematodes is unknown. Likewise, the distribution, resistance and damage caused by *Pratylenchus brachyurus* to the crop were not investigated yet. In view of such situation, the present work aimed survey and identify phytonematodes in common bean fields; verify the effect of *P. brachyurus* on the growth of the cultivar Pérola; and the host status of actual cultivars to *P. brachyurus*, *M. incognita* and *M. javanica*, in order to enable the management in infested areas, as well as to use like source of resistance in breeding programs. A total of 69 samples from ten cities in Paraná and São Paulo State were surveyed. The effects of different population densities of *P. brachyurus* on the growth of cultivar Pérola and on parameters of resistance [FR=final population (Pf)/initial population (Pi) and nematodes/g of roots (Nem./g)] were evaluated. Thirty five common bean cultivars, adapted to center-west, southeast and south of Brazil were evaluated for resistance to the three main species found in the survey. The cultivars with $FR < 1$ were classified as resistant and those with $FR \geq 1$ as susceptible. The following species were found in the surveys: *P. brachyurus*, *P. crenatus*, *M. incognita*, *M. javanica*, *Rotylenchulus reniformis* e *Helicotylenchus dihystra*. Reduction in root fresh weight (g) of cultivar Pérola, in the treatments inoculated with 6.66 and 20 nem./cm³ of soil were observed. The FR was higher in the treatments with low Pi (0.83 and 2.5 nem./cm³ of soil). Despite the cultivars have shown varied FR, resistance for the three nematode species studied was not found in any cultivar.

Keywords: Survey; Phytonematodes; Population densities; Reproduction factor; Resistance

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção relativa de grãos secos de feijoeiro-comum por unidade da federação. Fonte: IBGE (2013).	20
Figura 2 - Rendimento médio de grãos secos de feijoeiro-comum por unidade da federação. Fonte: IBGE (2013).	21
Figura 3 - Frequência e abundância das espécies encontradas nas raízes de feijoeiro-comum no estado do Paraná.	30
Figura 4 - Frequência e abundância das espécies encontradas no solo das áreas amostradas no estado do Paraná.	32
Figura 5 - Frequência e abundância das espécies encontradas nas raízes provenientes das áreas amostradas no estado de São Paulo.	34
Figura 6 - Frequência e abundância das espécies encontradas no solo das áreas amostradas no estado de São Paulo.	35
Figura 7 - Padrões perineais de <i>M. incognita</i> (A) e de <i>M. javanica</i> (B) detectadas em áreas de produção de feijoeiro-comum.....	37
Figura 8 - Fenótipos de α -esterases típicos de <i>M. javanica</i> (J3) e de <i>M. incognita</i> (I1; I2) detectadas em áreas de produção de feijoeiro-comum.....	37
Figura 9 - Galhas incitadas por <i>Meloidogyne</i> spp.em raiz de feijoeiro-comum coletada em área produtora no estado de São Paulo.	39
Figura 10 - Municípios produtores de feijoeiro-comum amostrados no estado do Paraná.....	40
Figura 11 – Municípios produtores de feijoeiro-comum amostrados no estado de São Paulo.	43
Figura 12 – Precipitação média e temperaturas máxima, mínima e média mensais na cidade de Guarapuava/PR (Dados de 1976 à 2012).....	44
Figura 13 – Precipitação média e temperaturas máxima, mínima e média mensais na cidade de Paranapanema/PR (Dados de 1961 à 1990).	45
Figura 14 – Lesões escurecidas nas raízes secundárias e na raiz principal, levando à interrupção do seu crescimento, causadas por <i>Pratylenchus brachyurus</i> em feijoeiro-comum cv. Pérola.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variação das densidades populacionais (nem./g de raiz) dos fitonematoides encontrados nas áreas de coleta.	29
Tabela 2 - Variação das densidades populacionais (nematoides/250 cm ³ de solo) dos fitonematoides encontrados nas áreas de coleta.	32
Tabela 3 - Frequência de nematoides fitoparasitas nas áreas amostradas/município, no estado do Paraná.	33
Tabela 4 - Frequência de nematoides fitoparasitas nas áreas amostradas/município no estado de São Paulo.	36
Tabela 5 – Índice de diversidade de Shannon-Weaver (Índice H) em função dos diferentes tipos de solo das áreas amostradas nos estados do Paraná e São Paulo.	38
Tabela 6 – Abundâncias relativas em função dos diferentes tipos de solo das áreas amostradas nos estados do Paraná e São Paulo.	38
Tabela 7 – Efeito de diferentes densidades iniciais de <i>P. brachyurus</i> sobre massa fresca de raízes (MFR); população final (Pf), número de nematoides por grama de raiz (Nem./g) e fator de reprodução (FR) de feijoeiro-comum cv. Pérola ao final do ciclo (85 dias); Experimento 1.	58
Tabela 8 – Efeito de diferentes densidades iniciais de <i>P. brachyurus</i> sobre massa fresca de raízes (MFR); população final (Pf), número de nematoides por grama de raiz (Nem./g) e fator de reprodução (FR) de feijoeiro-comum cv. Pérola ao final do ciclo (85 dias); Experimento 2.	59
Tabela 9 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem/g), fator de reprodução (FR) e massa fresca de raízes ao final do ciclo de feijoeiro-comum cv. Pérola (75 dias após o plantio ou 61 dias após o início dos tratamentos (inoculação ou não com <i>Pratylenchus brachyurus</i>)).	61
Tabela 10 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem/g), fator de reprodução (FR) e massa fresca de raízes ao final do ciclo de feijoeiro-comum cv. Pérola (75 dias após o plantio ou 61 dias após o início dos tratamentos (inoculação ou não com <i>Pratylenchus brachyurus</i>)).	61
Tabela 11 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à <i>Pratylenchus brachyurus</i> aos 60 DAI.	63
Tabela 12 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à <i>Pratylenchus brachyurus</i> aos 60 DAI.	64

Tabela 13 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à <i>Pratylenchus brachyurus</i> aos 70 DAI.....	65
Tabela 14 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à <i>Pratylenchus brachyurus</i> aos 62 DAI.....	66
Tabela 15 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum a <i>Meloidogyne incognita</i> aos 68 DAI.....	86
Tabela 16 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à <i>Meloidogyne incognita</i> aos 60 DAI (cultivares de porte ereto).....	87
Tabela 17 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à <i>Meloidogyne incognita</i> aos 62 DAI.	88
Tabela 18 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à <i>Meloidogyne javanica</i> aos 60 DAI (Cultivares de Porte Ereto).	89
Tabela 19 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raiz (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à <i>Meloidogyne javanica</i> aos 62 DAI (Cultivares de Porte Ereto).	90
Tabela 20 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à <i>Meloidogyne javanica</i> aos 60 DAI.....	91

1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris*) é cultivado em diversos países ao redor e os maiores produtores da cultura localizam-se nos continentes americano e asiático. Os principais produtos aproveitados para consumo são os grãos secos e as vagens verdes das plantas. Segundo organização das unidas para alimentação e agricultura (FAO, 2013), no ano de 2011, o continente asiático se posicionou como o principal continente produtor de grãos secos de feijoeiro do mundo, com destaque para Índia (4.470.000 t), maior produtor mundial, Myanmar (3.721.950 t) e China (1.583.498 t). O Brasil posicionou-se como o segundo maior produtor mundial e o maior produtor de grãos secos de feijoeiro das Américas, atingindo a produção total de 3.435.370 t. No Brasil, 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).

O grão de feijoeiro-comum é a principal fonte de proteína de origem vegetal da dieta brasileira. A quantidade média de grãos de feijão consumida pela população brasileira é de 17,06 kg/habitante/ano (BARBOSA; GONZAGA, 2012). A importância alimentar dos grãos de feijão para os brasileiros é tão grande, que nos anos em que há queda na oferta do produto no país, é necessária a importação do grão para o suprimento da demanda interna. Essa situação foi evidenciada no ano de 2012, no qual o Brasil importou o equivalente a US\$ 108 milhões em grãos de feijão-preto da China (FOLHA DE SÃO PAULO, 2013).

O monocultivo de feijoeiro-comum em extensas áreas tem aumentado ao longo das últimas décadas (YOKOYAMA, 2003). Os estados de Goiás e Mato Grosso tem ganhado posição de destaque na produção nacional de grãos de feijoeiro-comum (Figura 1) nos últimos anos, tanto pela pelo aumento da produtividade, como pelo aumento da área cultivada (IBGE, 2013). No cenário nacional, a cultura deixou de ser plantada essencialmente por pequenos produtores, com baixa disponibilidade de capital, para ser plantadas por grandes produtores altamente tecnificados e capitalizados. Dessa maneira, a cultura tem sido cultivada no sistema de plantio direto (SPD) em rotação ou em sucessão, com as principais *commodities* do agronegócio brasileiro, como o algodão e a soja, em extensas áreas, nas quais o sistema de irrigação por pivô central tem sido bastante utilizado. Em virtude dessa situação, a colheita dos grãos de feijão que era realizada predominantemente de forma manual, passou a ser realizada com máquinas. Juntamente com toda a tecnologia incorporada à cultura, vieram os problemas fitossanitários e a sua disseminação, favorecidos por este sistema de cultivo. Dentre estes, as nematoses se destacam (RIBEIRO; DIAS, 2012).

Figura 1 - Produção relativa de grãos secos de feijoeiro-comum por unidade da federação

Fonte: IBGE (2013).

Grande número de espécies de nematoides são frequentemente associados à cultura. Entretanto, a extensão dos danos causados pelo nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) em feijoeiro-comum não são conhecidos até o momento. Danos de *M. incognita* e *M. javanica* já foram relatadas na literatura (DI VITO et al., 2004; MELAKEBERHAM et al., 1987; FREIRE; FERRAZ, 1977). Todavia, há escassez de informações a respeito da reação de cultivares brasileiras à essas três espécies.

Sabe-se que quanto menor a variabilidade genética de uma espécie vegetal empregada em sistema de monocultivo maiores são as chances de sucesso do estabelecimento de doenças. As doenças causadas por nematoides não constituem exceção.

Figura 2 - Rendimento médio de grãos secos de feijoeiro-comum por unidade da federação

Fonte: IBGE (2013).

O uso de cultivares resistentes é uma das medidas mais desejáveis de controle de nematoides, comparando-se às outras, como o uso de nematicidas e solarização visto que não traz prejuízos ao meio ambiente, a sua utilização é viável em grandes extensões, não exige mão de obra nem equipamentos específicos para a sua aplicação no campo e permite a continuidade de cultivo da cultura de interesse econômico pelo produtor. Dessa maneira, testes buscando identificar materiais resistentes são valiosos para evitar perdas de rendimento causadas pelo parasitismo de nematoides e para possibilitar o seu uso para o manejo de nematoides sob o SPD. A resistência em feijoeiro-comum a nematoides é especialmente importante para regiões que investem em alta tecnologia, como irrigação por meio de pivô central, para a obtenção de alta produtividade, conforme observado neste trabalho, para o estado de São Paulo.

Assim, objetivou-se com este trabalho, determinar quais as principais espécies de nematoides fitoparasitas que ocorrem em áreas produtoras de feijoeiro-comum nos estados do Paraná e de São Paulo; avaliar se dentre algumas cultivares de feijoeiro-comum utilizadas nas regiões centro-oeste, sudeste e sul do Brasil, existem fontes de resistência à *P. brachyurus*, *M. incognita* e *M. javanica*; e determinar qual é a extensão dos danos causados por *P. brachyurus* na cultivar Pérola.

Referências

BARBOSA, F.R.; GONZAGA, A.C.O. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. **Documentos 272/ Embrapa Arroz e Feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247p.

DI VITO, M.; PARISI, B.; CATALANO, F. Effect of population densities of *Meloidogyne incognita* on common bean. **Nematologia Mediterrânea**, Bari, v. 32, n.1, p. 81-85, 2004. FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html?item=176&lang=en&year=2005>> Acesso em: 1 fev 2011.

FREIRE, F.C.O.; FERRAZ, S. Nematoides associados ao feijoeiro, na zona da mata de Minas Gerais, efeitos do parasitismo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* sobre o cultivar 'Rico 23'. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 24, n. 132, p. 141-149, 1977.

FREITAS, T. China vira maior vendedor de feijão-preto para o Brasil. **Folha de São Paulo**, São Paulo, n. 121, 15 jan. 2013 Disponível em : <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/1214933-china-vira-maior-vendedor-de-feijao-preto-para-o-brasil.shtml>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, v.26, n.2, p.1-84 fev. 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201304.pdf> Acesso em : 19 abr. 2013.

MELAKEBERHAM, H.; WEBSTER, J.M.; BROOKE, R.S.; D'AURIA, J.M.; CACKETTE, M. Effect of *Meloidogyne incognita* on plant nutrient concentration and its influence on the physiology of beans. **Journal of Nematology**, Loudonville, v. 19, n. 3, p. 324-330, 1987.

RIBEIRO, N.R.; DIAS, W.P. Distribuição de fitonematoides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. Disponível em: <<http://www.aprosmat.com.br/wp-content/uploads/2012/11/DISTRIBUICAO-DE-FITONEMATOIDES.pdf>> Acesso em : 19 jun. 2013

YOKOYAMA, P.L. Cultivo do feijoeiro-comum. **Sistemas de Produção**, n. 2., jan. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/importancia.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

2 LEVANTAMENTO DE NEMATOIDES FITOPARASITAS NA CULTURA DO FEIJOEIRO-COMUM NOS ESTADOS DO PARANÁ E SÃO PAULO

Resumo

No Brasil, o conhecimento da ocorrência de fitonematoides na cultura do feijoeiro-comum é limitado. Entretanto, esses patógenos apresentam grande potencial em causar perdas à cultura. Este trabalho foi realizado com o objetivo de atualizar as informações sobre a ocorrência de fitonematoides na cultura do feijoeiro-comum, em propriedades agrícolas do centro-sul do estado Paraná e do sudeste do estado de São Paulo. Amostras compostas de solo e de raízes foram coletadas de 16 áreas, em 14 propriedades, localizadas em seis cidades no estado do Paraná; e em 40 áreas de 21 propriedades, localizadas em quatro cidades no estado de São Paulo. No Paraná, as espécies identificadas e as suas respectivas frequências foram *Pratylenchus brachyurus* (93,75%), *Pratylenchus crenatus* (12,5%) e *Helicotylenchus dihystera* (100%). No estado de São Paulo encontraram-se *Pratylenchus brachyurus* (100%) *Meloidogyne* spp. (45%), *Rotylenchulus reniformis* (17,5%) e *Helicotylenchus dihystera* (100%). As abundâncias por estado no solo e nas raízes, de cada espécie, foram calculadas. Os dados das abundâncias relativas e o índice de diversidade Shannon-Wievers (H) de cada gênero, por classe textural do solo, foram submetidas à análise de variância e as suas médias comparadas pelo Teste de Tukey ($P=0,05$). *P. brachyurus* e *H. dihystera* foram prevalentes no estado do Paraná e de São Paulo. *Meloidogyne* spp. foi prevalente somente no estado de São Paulo. As configurações perineais e a eletroforese de α -esterases em gel de poliacrilamida, dessas espécies, foram consistentes com *M. incognita* e *M. javanica*. O maior índice H foi observado na classe textural média-argilosa e a maior abundância de gêneros fitonematoides foi encontrada em solos médio arenosos à arenosos. Esses resultados demonstram a urgência de pesquisas com relação às principais espécies de fitonematoides que ocorrem em feijoeiro-comum.

Palavras – chave: *Phaseolus vulgaris*; Nematóide das lesões radiculares; Nematóides das galhas; Nematóide reniforme; Abundância

Abstract

The knowledge on the occurrence of phytonematodes in common bean is limited in Brazil. However, these pathogens show a great potential to damage the crop. This work deals with the survey of phytonematodes in south-central Paraná and southeast São Paulo State, aiming up to date the data on their occurrence in that crop. Composite soil and root samples were taken from 16 areas, located in 14 properties, and in six counties in Paraná State; and in 40 areas, located in 21 properties from four counties in São Paulo State. In Paraná, the identified species and their related frequencies were *Pratylenchus brachyurus* (93.75%), *P. crenatus* (12.5%) e *Helicotylenchus dihystera* (100%); and in São Paulo were *P. brachyurus* (100%), *Meloidogyne* spp. (45%), *Rotylenchulus reniformis* (17.5%) and *H. dihystera* (100%). The abundance of species in the soil and in the roots, for each state, was calculated. The data of relative abundance and the Shannon-Wiener Index of each genus, per soil type, were assessed utilizing the analysis of variance and their means were compared by the Tukey Test ($P \leq 0,05$). *P. brachyurus* e *H. dihystera* were prevalent in São Paulo and Paraná State. *Meloidogyne* spp. were prevalent only in São Paulo State. The perineal patterns and the polyacrylamide gel electrophoresis of α -esterase of these species were consistent with *M. incognita* and *M. javanica*. The higher indice H was observed in medium-loamy soil and the higher abundance of phytonematodes genera was found in medium-sandy to sandy soils. These results set out the need of research concerning the main species detected in common bean fields.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*; Root-lesion nematodes; Root-knot nematodes; Reniform nematode; Abundance

2.1 Introdução

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris*) é uma das plantas mais cultivadas e de maior importância econômica e alimentar no Brasil (Borém; Carneiro, 2006). Na safra de 2012, a área plantada no Brasil foi de 3.152.917 ha (IBGE, 2013).

Os fitonematoides são responsáveis por elevadas perdas de rendimento, estimados em 10 a 90% (Agudelo, 1980; Ferraz, 2005). No continente americano, segundo Ferraz (2005), os fitonematoides mais frequentes na cultura do feijão são *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. No Brasil, os últimos levantamentos da ocorrência de fitonematoides na cultura do feijão foram relatados por Freire e Ferraz (1977), em plantações da Zona da Mata mineira, por Rossi et al. (2000) no sudoeste paulista, e por Machado e Lobo Júnior (2007) nos estados de Goiás e Minas Gerais.

A identificação das espécies de nematoides e o conhecimento da sua distribuição em áreas produtoras são fundamentais para o estabelecimento da importância relativa de cada

uma. Assim, é possível determinar qual espécie é prioridade para o estabelecimento de medidas de controle. Além disso, o levantamento de espécies de nematoides fitoparasitas é o primeiro passo para o início das pesquisas dos eventuais danos que uma espécie de fitonematoide possa causar em uma cultura de interesse econômico.

A atualização das informações a respeito das espécies que ocorrem em áreas de feijoeiro-comum é urgente, para produzir subsídios ao desenvolvimento de métodos de controle aos fitonematoides da cultura no Brasil.

Por essas razões, efetuou-se o presente trabalho, com o objetivo de determinar os fitonematoides mais comuns nos principais municípios produtores do estado do Paraná e do estado de São Paulo.

2.2 Material e Métodos

A coleta de amostras foi realizada em três épocas e em duas regiões diferentes. A primeira coleta foi realizada em fevereiro de 2011. Os seguintes municípios produtores de feijão, localizados na região centro-sul do estado do Paraná, foram amostrados: Guarapuava (25° 23' 42" S, 51° 27' 28" O; altitude: 1120 m), Goioxim (25° 11' 42" S, 51° 59' 34" O; altitude: 860 m), Cantagalo (25° 22' 26" S; 52° 07' 33" O; altitude: 840 m), Pinhão (25° 41' 45" S; 51° 39' 36" O; altitude: 1041 m), Prudentópolis (25° 12' 46" S, 50° 58' 40" O; altitude: 840 m) e Guamiranga (25° 11' 27" S, 50° 48' 18" O; altitude: 801 m). A segunda coleta foi realizada em setembro de 2011. Os seguintes municípios produtores de feijão, localizados na região sudeste do estado de São Paulo, foram amostrados: Angatuba (23° 29' 24" S, 48° 24' 46" O; altitude: 624 m), Paranapanema (23° 23' 20" S, 48° 43' 22" O; altitude: 610 m), Itaí (23° 25' 04" S, 49° 05' 27" O; altitude: 654 m) e Itapeva (23° 58' 55" S, 48° 52' 33" O; altitude: 684 m). A terceira coleta, também realizada na região sudeste do estado de São Paulo, teve o objetivo de identificar as espécies de *Meloidogyne* encontradas na segunda coleta. No solo proveniente dessas áreas, plantaram-se mudas de tomateiro 'Rutgers' em 13 vasos contendo somente solo proveniente de cada uma de 13 áreas amostradas, com objetivo de aumentar a densidade de *Meloidogyne* spp., para posterior identificação em nível de espécie.

Foram amostradas áreas nas quais as plantas de feijão estavam na metade da fase vegetativa até a plena formação de vagens. O caminhar na área amostrada foi em zigue zague. As raízes foram coletadas com auxílio de enxadão e o solo da rizosfera das plantas, na profundidade de 0-20 cm, por meio de trado tipo copo. Definiu-se como subamostra, a coleta

de raiz ou solo de cada ponto definido dentro da área. Cada subamostra de raízes foi composta pelas raízes de cinco a dez plantas, de acordo com seu tamanho: menor número para plantas grandes (plantas com vagens formadas) e maior para plantas pequenas (situadas na metade da fase vegetativa até o início de floração). As subamostras foram acondicionadas em sacos plásticos, mantidas em caixas de isopor e enviadas ao laboratório. Definiu-se como amostra composta, a homogeneização e a amostragem de subamostras provenientes de uma determinada área. Cada amostra composta foi o resultado da reunião de dez subamostras de raízes e dez de solo. Uma amostra composta de raízes e solo foi coletada por área.

No laboratório, as subamostras foram misturadas para formar a amostra composta de cada área. Retirou-se uma alíquota de 10 g de raízes para extração dos nematoides por trituração em liquidificador (velocidade máxima durante 1 minuto), peneiramento (peneira com abertura de 0,250 mm sobreposta à outra com 0,025 mm de abertura) e centrifugação em solução de sacarose (solução com densidade de 1,15 g/mL) (COOLEN; D'HERDE, 1972). Extraíram-se os nematoides de uma alíquota de 250 cm³ de solo por peneiramento úmido (peneira com 0,84 mm de abertura sobreposta à outra com abertura de 0,037 mm) e centrifugação em solução de sacarose (JENKINS, 1960).

As suspensões resultantes do processo de extração foram, cada uma delas, reduzidas para volume de 10 mL, das quais 1 mL foi utilizado (duas contagens de 0,5 mL) para estimativa populacional dos gêneros de fitonematoides, por meio de contagem em lâmina de Peters em microscópio de luz no aumento de 10x. A identificação das espécies de fitonematoides foi realizada por meio da montagem de lâminas temporárias, em meio de formalina 2%, e observação em microscópio óptico no aumento de 1.000x (Leica DM 500).

Os espécimes pertencentes ao gênero *Helicotylenchus* foram identificados de acordo com a chave proposta por Sher (1966); aqueles pertencentes ao gênero *Pratylenchus* foram identificados de acordo com a chave proposta por Café Filho e Huang (1989). *Rotylenchulus reniformis* foi identificado de acordo com a descrição de Siddiqi (2000).

As frequências nos diferentes estados foram definidas como sendo a razão entre o número de áreas nas quais um táxon foi encontrado e o número total de áreas. A abundância (nematoides/g de raiz ou nematoides/250 cm³ de solo), referente a cada estado, foi calculada pela razão entre a soma do número de indivíduos de um táxon encontrado em cada amostra composta e o número total de amostras compostas positivas. Os dados de abundância de cada táxon foram transformados por log (X+1) e plotados com os dados de frequência correspondentes. Os conceitos e os limites determinados para considerar um táxon como frequente, abundante e prevalente foram os propostos por Fortuner e Merny (1973), citado por

Sawadogo et al. (2009), os quais consideram frequentes, os táxons com frequência superior à 30% e como abundantes, os que apresentam número de indivíduos superiores à 20/g de raiz ou à 200/L de solo. Esses autores consideram táxons prevalentes, aqueles que são frequentes e abundantes.

A diversidade de espécies foi calculada de acordo com os componentes de diversidade postulados por Odum (2011), para cada classe de textura do solo. As classes de textura do solo foram as seguintes: muito argiloso (600 g de argila/Kg de solo ou superior), argiloso (de 350 à 599 g de argila/Kg de solo), médio argiloso (de 250 à 349 g de argila/Kg de solo), médio arenoso (de 150 à 249 g de argila/kg de solo) e arenoso (até 149 g de argila/Kg de solo). O componente de repartição foi representado pela abundância relativa e pelo índice de diversidade de Shannon-Weaver (Índice H). A componente riqueza foi representada pelo número de gêneros. A abundância relativa foi definida pela razão entre o número total de indivíduos de um determinado gênero, presente em uma classe textural, e o número total de áreas representando essa classe textural. O índice H foi calculado pela seguinte fórmula:

$$H = - \sum \left(\left(\frac{n_i}{N} \right) * \log \left(\frac{n_i}{N} \right) \right),$$

Onde n_i = número de indivíduos do gênero i e N é o número total de todos os indivíduos de todos os gêneros.

As médias do índice H e de abundância relativa foram submetidas à análise de variância (ANAVA) e ao Teste de Tukey à 5% de probabilidade.

As médias de temperatura e precipitação foram calculadas com base em dados disponibilizados no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2013) e no Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI, 2013). Foram utilizados os dados agrometeorológicos de Guarapuava e Paranapanema em virtude destas cidades estarem localizadas centralmente nos locais onde se procederam às coletas, representando, dessa forma, condições ambientais mais próximas à realidade daquelas áreas.

2.2.1 Identificação das espécies de *Meloidogyne*

A terceira coleta, realizada entre os meses de novembro de 2012 e janeiro de 2013, em dez das áreas que foram positivas para *Meloidogyne* no estado de São Paulo, objetivou identificar as espécies do gênero. Adicionalmente a essas áreas amostraram-se três outras

áreas, na mesma região, que não haviam sido amostradas anteriormente. Coletaram-se amostras de solo e de raízes, independente da cultura implantada, de acordo com a metodologia descrita anteriormente. Como somente duas amostras apresentaram sintomas de galhas visíveis, procedeu-se ao plantio de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 'Rutgers' em todas as amostras de solo, com a finalidade de aumentar a população de *Meloidogyne* presente. Após 120 dias sob condições de casa de vegetação, as raízes de tais plantas de tomate foram dissecadas sob microscópio estereoscópico para a retirada das fêmeas adultas de *Meloidogyne*. A identificação específica foi realizada por meio de eletroforese de α -esterases e da observação de configurações perineais. De 11 a 26 fêmeas por amostra foram identificadas individualmente por meio das suas configurações perineais e por eletroforese de α -esterases. Cada uma das fêmeas selecionadas por amostra foi colocada em solução extratora (CARNEIRO; ALMEIDA, 2001) no interior de tubos de eppendorf®. Após este procedimento, as fêmeas foram maceradas e, posteriormente, o extrato resultante foi utilizado para a eletroforese. A eletroforese das α -esterases foi realizada em uma cuba vertical Bio-Rad III®. Para isto, foi necessária a confecção de dois géis de poliacrilamida, um gel de empacotamento (4%) e um separador (7,5%). Todo o sistema foi submetido à uma corrente elétrica de 100 V por 15 minutos e posteriormente à uma corrente elétrica de 200 V sob uma temperatura de 4°C (BRITO et al., 2004). Após a corrida das α -esterases, os géis foram colocados em uma solução de revelação, contendo α -nafetilacetato, sob temperatura de 37°C por 30 minutos (CARNEIRO; ALMEIDA, 2001). A identificação foi realizada tendo-se por base um padrão típico de *M. javanica* (fenótipo de α -esterase J3) e confrontando-se os fenótipos de α -esterases com os já descritos na literatura (BRITO et al., 2008). A mobilidade relativa (R_m) foi calculada atribuindo-se valor 1 ao padrão citado anteriormente. As configurações perineais foram montadas em lâminas temporárias contendo formalina à 2% e identificadas de acordo com Einsenback (1985).

2.3 Resultados

As seguintes espécies de fitonematoides foram encontradas nas coletas realizadas nos estados do Paraná e de São Paulo: *Pratylenchus brachyurus*, *Helicotylenchus dihystra*, *Meloidogyne* spp. e *Rotylenchulus reniformis*.

Na primeira época de coleta, realizada no estado do Paraná, detectou-se a presença de *P. brachyurus*, caracterizada por ser partenogenética (espermateca pequena e sem espermatozoides), possuir região labial angulosa com dois anéis, estilete com bulbos

arredondados, e ponta da cauda de contorno liso e formato subcilíndrico em 15 amostras de raízes (94%) e em 13 amostras de solo (81%). Medidas do comprimento total do nematoide (L), comprimento do estilete (St) e posição relativa da vulva (V%) foram tomadas de 80 fêmeas, ao total, obtendo-se os valores médios (variação entre parêntesis) de $L = 546 \mu\text{m}$ ($\pm 19,91$), $St = 19,6 \mu\text{m}$ ($\pm 0,81$) e $V\% = 85$ ($\pm 1,43$). Com base nesse conjunto de características, a espécie foi identificada como

Outra espécie de nematoide das lesões foi detectada em uma propriedade na cidade de Guarapuava como única espécie de *Pratylenchus*, e em outra propriedade, na mesma cidade, em mistura com *P. brachyurus*. Essa espécie apresentou as seguintes características, em 16 exemplares examinados: $L = 477 \mu\text{m}$ (420-531), três anéis labiais, $St = 16,5 \mu\text{m}$ (15-18), $V\% = 81$ (78-84) e ponta da cauda de contorno crenado. Machos não foram encontrados. Esse conjunto de características permitiu a identificação dessa espécie de nematoide-das-lesões como *P. crenatus*.

O nematoide-espiralado *Helicotylenchus dihystra* foi encontrado em todas as amostras de raízes e de solo no estado do Paraná. Esta espécie foi identificada pela observação das seguintes características das fêmeas: região labial hemisférica e anelada, com bulbos projetados lateralmente e anteriormente, espermatecas pequenas e sem espermatozoides, cauda assimétrica, curvada dorsalmente e com projeção com 1 ou 2 anéis.

Tabela 1 - Variação das densidades populacionais (nem./g de raiz) dos fitonematoides encontrados nas áreas de coleta

Espécies	Coleta PR		Coleta SP	
	Nº de amostras	Densidade populacional	Nº de amostras	Densidade populacional
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	15	5,5 – 170,5	40	3 – 142
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	-	6,5 – 336,5	38	3 – 189
<i>Meloidogyne</i> spp.	-	-	18	1 – 115
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	-	-	7	2 – 12
<i>Pratylenchus crenatus</i>	2	96	-	-

Embora seja espécie tipicamente ectoparasita, foi encontrado nas raízes de feijoeiro em densidades, geralmente, um pouco superiores às observadas para *P. brachyurus* (Anexo A).

Figura 3 - Frequência e abundância das espécies encontradas nas raízes de feijoeiro-comum no estado do Paraná

Considerando-se as amostras de raízes, *P. brachyurus* e *H. dihystra* foram consideradas prevalentes (frequentes e abundantes), pois se localizaram no quadrante superior direito da Figura 3, ou seja, acima dos limites de frequência e abundância. *P. crenatus* não foi frequente nas amostras de raízes, entretanto foi considerado abundante, localizando-se no quadrante superior esquerdo da figura 1. Ao se observar os valores brutos de densidade populacional nas raízes (Tabela 1), nota-se que *P. crenatus* apresentou densidade elevada na área onde somente esta espécie foi encontrado no Paraná. A densidade de *P. crenatus* nas

raízes de feijoeiro-comum nessa área foi, em geral, superior às encontradas para *P. brachyurus* nas demais áreas (Anexo A).

As mesmas espécies encontradas no solo também foram encontradas nas raízes no Paraná, assim como a mesma tendência de frequência e abundância (Figura 4). Como esperado, a abundância de *H. dihystra* foi maior no solo do que nas raízes, devido ao seu modo de parasitismo ectoparasítico migrador. Entretanto, para as espécies de *Pratylenchus*, que são endoparasitas migradoras, também se constatou maior abundância no solo. Diferenças relevantes foram encontradas entre as duas espécies de *Pratylenchus* com relação à abundância no solo e nas raízes. A abundância de *P. brachyurus* no solo foi pouco superior à abundância nas raízes, em contraste, a abundância de *P. crenatus* foi muito mais elevada no solo quando comparado à abundância nas raízes. O valor bruto de densidade populacional de *P. crenatus* no solo supera em 2,5 vezes o limite máximo encontrado para *P. brachyurus* (Tabela2).

Figura 4 - Frequência e abundância das espécies encontradas no solo das áreas amostradas no estado do Paraná

Na segunda época de coleta, realizada no estado de São Paulo, também se detectou espécimes de *Pratylenchus* com aquelas características morfológicas, já descritas anteriormente, típicas de *P. brachyurus*. As medidas do comprimento total do nematoide (L), comprimento do estilete (St) e posição relativa da vulva (V%) foram tomadas de 125 fêmeas, ao total, obtendo-se os valores médios (variação entre parêntesis) de L = 557 μm ($\pm 49,64$), St = 19,1 μm ($\pm 0,88$) e V% = 86 ($\pm 0,014$). Com base nesse conjunto de características, a espécie foi identificada como *P. brachyurus*.

Espécimes com as mesmas características morfológicas, citadas anteriormente, típicas de *H. dihystra*, foram encontradas em 37 amostras de raízes (92,5 %) e em 40 amostras de solo (100%). As densidades dessa espécie de nematoide foram semelhantes às de *P. brachyurus* nas raízes, entretanto, ora apresentavam-se com densidades superiores, ora com densidades inferiores às observadas para o nematoide das lesões radiculares. No solo, as densidades de *H. dihystra* foram sempre superiores às de *P. brachyurus* (Anexo B).

Tabela 2 - Variação das densidades populacionais (nematoides/250 cm³ de solo) dos fitonematoides encontrados nas áreas de coleta

Espécies	Coleta PR		Coleta SP	
	Nº de amostras	Densidade Populacional	Nº de amostras	Densidade Populacional
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	15	5 – 150	26	10 – 300
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	16	390 – 4545	40	90 – 2430
<i>Meloidogyne</i> spp.	-	-	-	-
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	-	-	-	-
<i>Pratylenchus</i> sp.	2	375	-	-

Juvenis J2, salsichoides (J3 e J4), fêmeas e machos de *Meloidogyne* spp. foram detectados, durante a determinação das densidades populacionais dos nematoides fitoparasitas, em 18 amostras de raízes (45%). No entanto, as fêmeas, que são o principal meio de identificação de espécies do gênero, ocorreram em densidades muito baixas, o que dificultou a identificação do nematoide em nível de espécie. Os sintomas de galhas, quando presentes, apresentaram-se bem discretos (Figura 9).

Juvenis e fêmeas jovens vermiformes, arqueados após a morte e relaxamento do corpo, e fêmeas maduras com forma de rim, vulva pós-mediana e cauda pontiaguda, características diagnósticas de *R. reniformis* (SIDDIQI, 2000), foram encontrados em 7 amostras de raízes (17,5%) na segunda época de coleta.

Meloidogyne spp., *P. brachyurus* e *H. dihystra* foram as espécies prevalentes (frequentes e abundantes) nas amostras de raízes (Figura 5). *P. brachyurus* e *H. dihystra* apresentaram valores de abundância semelhantes entre si, porém maiores que o de *Meloidogyne* spp.. O nematoide reniforme, *R. reniformis*, não foi frequente e nem abundante.

Com relação as amostras de solo, *P. brachyurus* e *H. dihystra* foram frequentes (Figura 6). *H. dihystra* foi prevalente e apresentou abundância bastante superior àquela encontrada nas raízes. *P. brachyurus* não foi abundante nas amostras de solo coletadas no estado de São Paulo.

Tabela 3 - Frequência de nematoides fitoparasitas nas áreas amostradas/município, no estado do Paraná

Cidades	Nº de amostras	<i>H. dihystra</i>	<i>P. brachyurus</i>	<i>P. crenatus</i>
Guarapuava	4	100%	75%	50%
Goioxim	1	100%	100%	-
Cantagalo	1	100%	100%	-
Pinhão	2	100%	100%	-
Prudentópolis	5	100%	100%	-
Guamiranga	3	100%	100%	-

Com relação à frequência dos nematoides fitoparasitas por município, nota-se que as espécies *H. dihystra* e *P. brachyurus* ocorreram em 100% dos municípios onde se realizaram as coletas no estado Paraná (Tabela 3). *P. crenatus* ocorreu em um município(16%). No estado de São Paulo, baseando-se na segunda época de coleta, *P. brachyurus*, *H. dihystra*, *R. reniformis* e *Meloidogyne* spp. ocorreram em 100% das cidades onde se realizaram as coletas. Entretanto, *R. reniformis* e *Meloidogyne* spp. apresentaram frequência variável dentro de cada cidade. Ao se comparar as duas espécies, percebe-se também que *Meloidogyne* spp. foram mais frequentes, em geral, do que *R. reniformis*, dentro dos municípios amostrados no estado de São Paulo (Tabela 4).

As densidades populacionais dos nematoides encontrados no solo e nas raízes estão reportadas nos Anexos A e B. O conhecimento de densidades populacionais de nematoides fitoparasitas em culturas de importância econômica é essencial para a determinação da sua importância relativa para a cultura e para a adoção de medidas de controle capazes de reduzir a densidade populacional do fitonematoide em uma determinada área infestada.

O índice H das áreas que apresentaram classe textural média argilosa foi o maior dentre as classes texturais avaliadas (Tabela 5).

Figura 5 - Frequência e abundância das espécies encontradas nas raízes provenientes das áreas amostradas no estado de São Paulo

As abundâncias relativas dos diferentes gêneros encontrados estão descritas na Tabela 6. Nas raízes, *Pratylenchus* spp. foi mais abundante nos solos médio argilosos. *Helicotylenchus* foi mais abundante nas raízes coletadas nos solos classificados como médio-

arenosos à arenosos. *Rotylenchulus* apresentou abundância relativa não superior a

Figura 6 - Frequência e abundância das espécies encontradas no solo das áreas amostradas no estado de São Paulo

2 espécimes/g de raiz dentre as classes texturais avaliadas. A abundância total nas raízes foi menor na classe textural argilosa.

Como observado nas raízes, a abundância relativa de *Pratylenchus* no solo foi maior nos solos médio argilosos e menor nos argilosos. A abundância relativa de *Helicotylenchus* foi maior nos solos médio arenosos à arenosos e menor nos solos médio argilosos. A abundância total no solo seguiu esta mesma tendência.

Com relação à riqueza de gêneros, nota-se que o mesmo número de gêneros (quatro) foram observados nos solos com as diferentes texturas avaliadas.

Tabela 4 - Frequência de nematoides fitoparasitas nas áreas amostradas/município no estado de São Paulo

Cidades	Nº de amostras	<i>Hd</i>	<i>Pb</i>	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>Rr</i>
Itapeva	16	100%	100%	53%	20%
Itaí	15	100%	100%	44%	12%
Paranapanema	5	100%	100%	20%	20%
Angatuba	4	100%	100%	33%	33%

Hd – *Helicotylenchus dihystera*; *Pb* – *Pratylenchus brachyurus*; *Rr* – *Rotylenchulus reniformis*

2.3.1 Identificação das espécies de *Meloidogyne*

Na terceira coleta, das treze amostras analisadas, sete foram positivas para *Meloidogyne*. Em cinco amostras detectou-se *M. incognita* e em duas *M. javanica*. A identificação das espécies por meio de eletroforese de α -esterases foi confirmada pela observação das configurações perineais. Das dez áreas que já haviam se mostrado positivas na segunda coleta, quatro foram positivas novamente, sendo então identificado *M. incognita*. Em três áreas adicionais à segunda coleta, identificou-se *M. javanica* em duas e *M. incognita* em uma. Desta forma, na terceira coleta, *M. incognita* apresentou frequência de 38,46% e *M. javanica* de 15,38%.

Os padrões perineais típicos de *M. incognita*, foram assim classificados porque apresentaram as seguintes características: arco dorsal elevado, anguloso, sulcos laterais ausentes, campo lateral apresentando estrias com bifurcações e interrupções; os padrões perineais de *M. javanica* foram assim classificados devido as seguintes características: arco dorsal baixo, de aspecto arredondado, presença marcante de sulcos laterais, término caudal apresentando espiral marcante (EISENBACK, 1985) (Figura 7).

Os resultados da eletroforese mostraram fenótipos de α -esterases I1 (Rm=1,00) e I2 (Rm=1,00; Rm= 1,03), típicos de *M. incognita*; e fenótipo de α -esterase J3 (Rm=1,00; Rm=1,16; Rm=1,26), típico de *M. javanica* (BRITO *et al.*, 2008) (Figura 8).

Figura 7 - Padrões perineais de *M. incognita* (A) e de *M. javanica* (B) detectadas em áreas de produção de feijoeiro-comum

Figura 8 - Fenótipos de α -esterases típicos de *M. javanica* (J3) e de *M. incognita* (I1; I2) detectadas em áreas de produção de feijoeiro-comum

2.4 Discussão

Todas as espécies de fitonematoides encontradas já foram relatadas parasitando o feijoeiro-comum (SIKORA *et al.*, 2007).

A partir dos resultados do presente estudo, percebe-se a urgência do início de pesquisas para a definição do papel de *P. brachyurus* como patógeno do feijoeiro-comum, pois até o momento estudos específicos a este patossistema são escassos. Na hipótese de se verificar a patogenicidade de *P. brachyurus*, haverá a necessidade do desenvolvimento de métodos de controle para esse nematoide na cultura do feijão. Este nematoide é amplamente

disseminado na região dos trópicos e possui ampla lista de hospedeiros (CASTILLO; VOVLAS, 2007) características que dificultam bastante o seu controle. De acordo com os resultados deste trabalho, esta espécie é a mais disseminada em áreas produtoras de feijoeiro-comum, nas duas regiões estudadas. Dessa forma, é de extrema importância a determinação dos danos que este patógeno possa causar à cultura, para que medidas adequadas de manejo sejam empregadas com objetivo de se reduzir os prejuízos causados. Uma das melhores opções para o controle do nematoide atualmente é a rotação de culturas. As espécies *Crotalaria spectabilis* e *C. breviflora* podem ser utilizadas com a finalidade de redução populacional do nematoide (INOMOTO *et al.*, 2006).

Tabela 5 – Índice de diversidade de Shannon-Weaver (Índice H) em função dos diferentes tipos de solo das áreas amostradas nos estados do Paraná e São Paulo

Classe Textural	Número de áreas	Índice H
Média arenosa – arenosa	5	0,66 ^{ns}
Média argilosa	5	0,78
Argiloso	16	0,60
Muito argilosa	30	0,63

ns- não significativo.

Tabela 6 – Abundâncias relativas em função dos diferentes tipos de solo das áreas amostradas nos estados do Paraná e São Paulo

Classe Textural	Nº de áreas	Abundância nas raízes (espécimes/g de raiz)				Abundância no solo (espécimes/250cm ³)			
		Pr	He	Ro	Me	Total	Pr	He	Total
Md are – are	5	43	65,4	2	2,4	113	20	1272	1292
Md-arg	5	49 ^{ns}	34 ^{ns}	- ^{nt}	8 ^{ns}	92 ^{ns}	34 ^{ns}	472 ^{ns}	506 ^{ns}
Arg	16	32,81	47,81	1,87	4,19	87	12	717	729
Muito arg	30	50,15	60,13	0,46	7,83	119	40	1210	1250

Md – médio; arg - argiloso; are – arenoso; Pr – *Pratylenchus*; He – *Helicotylenchus*; Ro – *Rotylechulus*; Me – *Meloidogyne*; ns – não significativo; nt – não testado.

Este trabalho é o primeiro relato de *P. crenatus* no Brasil. Este nematoide já foi relatado em outros países causando perdas em soja, feijoeiro-comum, batata e cevada (CASTILLO; VOVLAS, 2007), que são culturas importantes para o estado do Paraná. Entretanto, não se tem informação sobre os danos potenciais deste nematoide no Brasil.

Embora menos distribuídas que *P. brachyurus*, as espécies de *Meloidogyne* tem o potencial de causar danos maiores à cultura à curto prazo, devido à sua ampla capacidade de reprodução e aos danos intensos que causam às raízes do feijoeiro-comum. Redução de produtividade da ordem de 26-63% foi relatada por Mullin et al. (1991) em áreas infestadas por *M. incognita* e *M. javanica* em condições de campo, no Peru e na Colômbia, quando comparadas à áreas não infestadas.

As galhas incitadas por *Meloidogyne* spp. são facilmente identificadas em áreas onde este ocorre em altos níveis. Entretanto, neste trabalho, nas áreas onde *Meloidogyne* spp. ocorreram, observou-se galhas pequenas (Figura 9). Isso foi devido aos baixos níveis populacionais encontrados (Anexo B) e ao fato de que provavelmente a coleta tenha sido realizada antes de a maioria da população ter completado o seu ciclo.

Figura 9 - Galhas incitadas por *Meloidogyne* spp. em raiz de feijoeiro-comum coletada em área produtora no estado de São Paulo

Assim, nessas áreas, as fêmeas foram difíceis de serem encontradas, sendo mais comum se encontrar juvenis salsichóides e alguns machos.

A principal medida de manejo para espécies de *Meloidogyne*, assim como já discutido para *P. brachyurus*, é a rotação de culturas. Todas as espécies de poáceas testadas por Carneiro et al. (2006), com exceção do capim pé-de-galinha (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.), apresentaram $FR < 1$, quando testadas para *M. incognita*. Esses autores relataram também que Triticale '981' (*Triticum aestivum* L. X *Secale cereale* L.) e capim marmelada (*Brachiaria*

plantaginea (Link) Hitch) foram suscetíveis a *M. javanica*. Tais resultados indicam que espécies de plantas pertencentes à família Poaceae podem ser úteis para o manejo de *M. incognita* áreas infestadas.

R. reniformis é parasita de feijoeiro-comum, entretanto os seus danos sobre feijoeiro-comum ainda não foram estabelecidos com precisão. Até o momento não se tem conhecimento do nível de dano do nematoide na cultura (SIKORA et al., 2007). A presença de *R. reniformis* nas áreas amostradas reveste-se de importância, não só pelos danos potenciais ao feijoeiro-comum mas também pelo fato de que é bastante comum o cultivo do algodão, em rotação ou em sucessão na região de Paranapanema/SP. Esta cultura é bastante sensível à *R. reniformis*. Dessa maneira, o cultivo de feijoeiro pode tornar *R. reniformis* um problema para o algodão cultivado na sequência.

Figura 10 - Municípios produtores de feijoeiro-comum amostrados no estado do Paraná

H. dihystra possui ampla gama de hospedeiros, sendo bastante encontrado em levantamentos realizados em áreas cultivadas. Essa espécie diferentemente das outras encontradas neste trabalho, é ectoparasita e, seus prováveis danos, ocorrem quando seus níveis populacionais atingem valores muito elevados. Pode-se considerar que os níveis de *H. dihystra* encontrados nas áreas amostradas foram bastante elevados, com boa parte alcançando valores superiores à 450 nematoides/250 cm³ de solo. Isto sugere que é necessária uma investigação mais aprofundada sobre qual o papel de *H. dihystra* como patógeno de feijoeiro.

Quanto maior o índice H maior é a diversidade em um ecossistema (ODUM; BARRETT, 2011). Dessa maneira, neste trabalho, maior diversidade de gêneros de fitonematoides foi observada nos solos com textura média.

Entretanto, não só a textura do solo, mas as condições climáticas e as espécies vegetais cultivadas podem influenciar a diversidade de fitonematoides. Baimey et al. (2009) observaram maior diversidade de nematoides parasitas de plantas na zona agroecológica floresta úmida de Benin, na África. Estes autores relataram também que as principais espécies de hortaliças cultivadas em Benin são boas hospedeiras das mais frequentes e abundantes espécies de nematoides fitoparasitas (*Meloidogyne* spp. e *H. dihystra*) encontradas, explicando em parte a sua ampla distribuição por aquele país. Situação semelhante ocorre no presente trabalho onde a maioria das espécies cultivadas nas áreas amostradas (soja, algodão, batata, milho e feijão) são boas hospedeiras da espécie prevalente, *P. brachyurus*.

Levantamento realizado por Freire e Ferraz (1977) detectou 6 gêneros de fitonematoides associados à rizosfera ou às raízes do feijoeiro-comum, na zona da mata mineira. Esses autores encontraram que os gêneros mais frequentes foram *Meloidogyne* e *Helicotylenchus*. As principais espécies encontradas dentro do gênero *Meloidogyne* foram *M. incognita* e *M. javanica*, assim como no presente trabalho. Com relação à *Helicotylenchus*, Freire e Ferraz (1977) encontraram *H. dihystra* (sin. *H. nannus*). No entanto, esses dois levantamentos diferem com relação à frequência de *P. brachyurus*. Esta espécie foi a menos disseminada, segundo o levantamento de Freire e Ferraz (1977) e a mais disseminada nas áreas amostradas neste trabalho. Outras espécies também foram encontradas no levantamento realizado por Freire e Ferraz (1977) como *Mesocriconema onoensis* (sin. *Criconemoides onoensis*), *M. ornatus*, *M. sphaerocephalus*, *Hemicicliophora lutosa*, *Xiphinema elongatum*, *X. krugi* e *X. setariae*, sendo portanto observada maior número de espécies de nematoides naquele levantamento, quando comparado aos resultados deste trabalho onde foram encontradas seis espécies. O menor número de espécies encontradas no presente trabalho pode estar

relacionado ao sistema de cultivo utilizado nas áreas amostradas, onde normalmente as áreas são mecanizadas com a utilização de sucessão milho, aveia, trigo ou cevada no inverno e feijão ou soja no verão. Diferentemente do observado na década de 70 na zona da mata mineira, a qual era caracterizada pela presença de pequenas áreas agrícolas devido a região possuir relevo bastante acidentado. Assim, 71% das áreas eram compostas por pastagens, 11% por matas, 2% por terras não produtivas e 16% para cultivo agrícola (GOMES, 1986). Silva et al. (2008) compararam a fauna de nematoides em áreas preservadas e cultivadas da floresta amazônica no estado do Mato Grosso e observaram uma tendência de diminuição do número de gêneros em função das alterações causadas pela atividade agrícola, evidenciando a baixa capacidade dos mesmos em suportarem tais alterações. Machado et al. (2012) também observou redução da diversidade de fitonematoides quando comparados à áreas de mata nativa. Ruan et al. (2013) relataram que o cultivo intensivo de hortaliças associado com o excesso de adubação nitrogenada afetou significativamente a comunidade de nematoides no solo e aumentou substancialmente a abundância de nematoides das galhas. Postma-Blaauw et al. (2012) demonstraram que a conversão de áreas cultivadas extensivamente na Holanda, para áreas com preparo de solo intensivo, com uso de aração, reduziu a abundância e a diversidade taxonômica de nematoides.

A comparação dos valores de abundância relacionadas às diferentes classes de textura mostraram um maior favorecimento de *Helicotylenchus* em solos com textura média arenosa à arenosa (Tabela 6). Kandji et al. (2001) observaram maior abundância de *Helicotylenchus* em solos com maior teor de argila do solo em diferentes sistemas de cultivo. Simard et al. (2008) observaram menor abundância de *Helicotylenchus* em solos com menores teores de areia em campos de golfe no Canadá. Os resultados do presente trabalho concordam parcialmente com aqueles citados anteriormente, pois também se observou uma elevada abundância de *Helicotylenchus* em solos classificados como muito argilosos, neste trabalho.

No presente estudo, a abundância de *Pratylenchus* foi maior em solos com textura média argilosa. Os solos muito argilosos também apresentaram valores elevados de *Pratylenchus*. Estes resultados diferem dos observados por Kandji et al. (2001), os quais mostraram que teores de argila e *Pratylenchus* são negativamente correlacionados.

Verifica-se, pelos gráficos de temperatura (Figuras 12 e 13), que na época de verão (dezembro, janeiro e fevereiro e março) na região de Guarapuava, as médias das temperaturas mínimas mensais, situam-se normalmente, entre a faixa de 15°C e 20°C e as médias das temperaturas máximas mensais, normalmente, são superiores à 25°C. Diferentemente do que acontece na região de Paranapanema, durante o inverno (junho, julho, agosto e setembro),

quando as médias das temperaturas mínimas mensais situam-se, normalmente, entre o intervalo de 9°C e 15°C e as médias das temperaturas máximas mensais situam-se, normalmente, entre a faixa de 20°C e 25°C. Esta situação pode ter contribuído para uma maior abundância de *Pratylenchus* e *Helicotylenchus* no solo das áreas coletadas no estado do Paraná quando comparada àquela observada no estado de São Paulo. Nas raízes, a maior abundância de *P. brachyurus* no estado de São Paulo pode ter sido em decorrência do feijoeiro-comum estar, predominantemente, situado na fase reprodutiva. No estado do Paraná, foram coletadas plantas em um intervalo maior de desenvolvimento (plantas na metade da fase vegetativa até o final da fase reprodutiva). Assim, é provável que *P. brachyurus* obteve maior chance de desenvolvimento e reprodução nas raízes provenientes do estado de São Paulo, devido ao maior tempo de exposição destas ao ataque do nematoide.

Figura 11 – Municípios produtores de feijoeiro-comum amostrados no estado de São Paulo

A precipitação apresenta diferenças marcantes entre as cidades de Paranapanema e Guarapuava (Figuras 12 e 13). Nesta última, a precipitação mostra menor variação entre os meses de junho, julho e agosto, e é maior quando comparada com Paranapanema. A

precipitação média mensal na cidade de Guarapuava mantém-se, normalmente, acima de 100 mm, durante todo o ano, com exceção do mês de agosto, no qual a precipitação situa-se, em média, um pouco abaixo de 100 mm. Em Paranapanema, o intervalo no qual é encontrado precipitações médias mensais abaixo de 100 mm é maior, compreendendo os meses de abril à setembro. Este cenário justifica a ampla utilização de irrigação por pivô central nas áreas amostradas no estado de São Paulo, viabilizando, o cultivo da safra de outono-inverno. Entretanto, esta prática pode estar contribuindo para uma maior disseminação de nematoides nessas áreas.

Figura 12 – Precipitação média e temperaturas máxima, mínima e média mensais na cidade de Guarapuava/PR (Dados de 1976 à 2012). Fonte: IAPAR, 2013

Figura 13 – Precipitação média e temperaturas máxima, mínima e média mensais na cidade de Paranapanema/PR (Dados de 1961 à 1990). Fonte: CEPAGRI, 2013

Em suma, os resultados observados na literatura, corroboram os resultados do presente trabalho, no qual, a atividade agrícola intensiva pode ter contribuído para o número reduzido dos gêneros encontrados e a prevalência de *P. brachyurus* e *H. dihystra* nos estados do Paraná e de São Paulo.

2.5 Conclusões

- As espécies de nematoides fitoparasitas que ocorrem nas áreas amostradas cultivadas com feijoeiro-comum nos estados do Paraná são: *P. crenatus*, *P. brachyurus* e *H. dihystra*;
- No estado de São Paulo ocorrem: *P. brachyurus*, *H. dihystra*, *M. incognita*, *M. javanica* e *R. reniformis*.

Referências

- AGUDELO, F.V. Nematodes. In: SCHWARTZ, H.F.; GALVEZ, G.E. (Ed.). **Bean production problems**. Cali: CIAT, 1980. p. 315-326.
- BAIMEY, H.; COYNE, D.; DAGBENONBAKIN, G.; JAMES, B. Plant-parasitic nematodes associated with vegetable crops in Benin: relationship with soil physico-chemical properties. **Nematologia Mediterrânea**, Bari, v. 37, n. 2, p. 227-236, 2009.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E.S. A Cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: UFV, 2006. p. 13-18.
- BRITO, J.A.; KAUR, R.; CETINTAS, R.; STANLEY, J.D.; MENDES, M.L.; McAVOY, E.J.; POWERS, T.O.; DICKSON, D.W. Identification and isozyme characterisation of *Meloidogyne* spp. infecting horticultural and agronomic crops, and weed plants in Florida. **Nematology**, Leiden, v.10, n.5, p. 757-766, 2008.
- BRITO, J.A.; POWERS, T.O.; MULLIN, P.G.; INSERRA, R.N.; DICKSON, D.W. Morphological and molecular characterization of *Meloidogyne mayaguensis* isolates from Florida. **Journal of Nematology**, Urbana, v. 36, n. 3, p. 232-240, 2004.
- CAFÉ FILHO A.C.; HUANG, C.S. Description of *Pratylenchus pseudofallax* n. sp. with a key to species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1939 (Nematoda: Pratylenchidae). **Révue de Nématologie**, Marselha v. 12, n.1, p. 7-15, 1989.
- CARNEIRO, R.G.; MÔNACO, A.P.A.; LIMA, A.C.C.; NAKAMURA, K.C.; MORITZ, M.P.; SCHERER, A.; SANTIAGO, D.C. Reação de gramíneas a *Meloidogyne incognita*, a *M. paranaensis* e a *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 30, n. 3, p. 287-291, 2006.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; ALMEIDA, M.R.A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 25, n.1, p. 35-44, 2001.
- CASTILLO, P.; VOVLAS, N. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management. Koninklijke Brill NV, Leiden, 2007.
- CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 16 jan. de 2013.
- COOLEN, W.A.; D' HERDE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77p.
- EINSENBACK, J.D. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) In: SASSER, J.N.; CARTER, C.C. (Ed.). **An advanced treatise on Meloidogyne**. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 1985. chap. 8 v 1: Biology and Control. p. 95-112.

FERRAZ, L.C.C.B. Problemas nematológicos na cultura do feijão irrigado In: FANCELLI, A.L. ; DOURADO NETO, D. **Feijão irrigado: tecnologia & produção**. Piracicaba: ESALQ/USP/LVP, 2005. p. 63-72.

FORTUNER, R.; MERNY, G. Les nématodes parasites des racines associées au riz en Basse-Casamance (Sénégal) et en Gambie. **Cahiers ORSTOM**, Marselha, Série Biologie, v. 21, p. 3–20, 1973.

FREIRE, F.C.O.; FERRAZ, S. Nematoides associados ao feijoeiro, na zona da mata de Minas Gerais, efeitos do parasitismo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* sobre o cultivar ‘Rico 23’. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 24, n. 132, p. 141-149, 1977.

GOMES, S.T. **Condicionantes da modernização do pequeno agricultor**. 1986. 181p. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

IAPAR. **Médias Históricas em Estações do IAPAR**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1070>> Acesso em: 16 jan. 2013.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, v.26, n.2, p.1-84 fev. 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201304.pdf> Acesso em : 19 abr. 2013.

INOMOTO, M.M.; MOTTA, L.C.C.; BELUTI, D.B.; MACHADO, A.C.Z. Reação de seis adubos verdes à *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 30, n.1, p. 39-44, 2006

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

KANDJI, S.T.; OGOL, C.K.P.O.; ALBRECHT, A. Diversity of plant-parasitic nematodes and their relationships with some soil physico-chemical characteristics in improved fallows in western Kenya. **Applied Soil Ecology**, Stillwater, v. 18, p. 143-157, 2001.

MACHADO, A.C.Z., ZAGATTO, M.R.G., ZANÃO JÚNIOR, L.A. Caracterização das comunidades de nematoides em latossolo vermelho no estado do Paraná sob diferentes sistemas de manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA (SBN), 30., 2012, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: UFU, 2012. p. 96.

MACHADO, V.O.F.; LOBO JUNIOR, M. Fitonematóides associados à cultura do feijoeiro comum cultivado em áreas de Cerrado. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32 (Suplemento), p. 292, 2007.

MULLIN, B.A.; ABAWI, G.S.; PASTOR-CORRALES, M.A.; KORNEGAY, J.L. Root-knot nematodes associated with beans in Colombia and Peru and related yield loss. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, n. 12, p. 1208-1211, 1991.

ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. **Fundamentos de ecologia**. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 612p.

POSTMA-BLAAUW, M.B.; de GOEDE, R.G.M.; BLOEM, J.; FABER, J.H.; BRUSSAARD, L. Agricultural intensification and de-intensification differentially affect taxonomic diversity of predatory mites, earthworms, enchytraeids, nematodes and bacteria. **Applied Soil Ecology**, Stillwater, v. 57, p. 39-49, 2012.

ROSSI, C.E.; BERTI, A.J.; ARAÚJO, A.C.M.; MARCON, L. Pratilencoses do feijoeiro: levantamento de ocorrência no Sudoeste Paulista e hospedabilidade de cultivares à *Pratylenchus zaeae*. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.75, n. 3, p. 395-404, 2000.

RUAN, W.B.; REN, T.; CHEN, Q.; ZHU, X.; WANG, J.G. Effects of conventional and reduced N inputs on nematode communities and plant yield under intensive vegetable production. **Applied Soil Ecology**, Stillwater, v. 66, p. 48-55, 2013.

SAWADOGO, A.; THIO, B.; KIEMDE, S.; DRABO, I.; DABIRE, C.; OUEDRAOGO, J.; MULLENS, T.R.; EHLERS, J.D.; ROBERTS, P.A. Distribution and prevalence of parasitic nematodes of cowpea (*Vigna unguiculata*) in Burkina Faso. **Journal of Nematology**, Urbana, v. 41, n. 2, p. 120-127, 2009.

SHER, A.S. Revision of the Hoplolaiminae (Nematoda) VI. *Helicotylenchus* Steiner, 1945. **Nematologica**, Leiden, v. 12, n. 1, p. 1-56, 1966.

SIDDIQI, M.R. **Tylenchida**: parasites of plants and insects. 2nd ed. Wallingford: CABI, 2000. 833p.

SIKORA, R.A.; GRECO, N.; SILVA, J.F.V. Nematode parasites of food legumes. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. London: CABI, 2007. p. 259-318.

SILVA, R.A., OLIVEIRA C.M.G., INOMOTO, M.M. Fauna de fitonematoides em áreas preservadas e cultivadas da floresta amazônica no Estado de Mato Grosso. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 204-211, 2008.

SIMARD, L.; BÉLAIR, G.; POWERS, T.; TREMBLAY, N.; DIONNE, J. Incidence and population density of plant-parasitic nematodes on golf courses in Ontario and Québec, Canada. **Journal of Nematology**, Urbana, v. 40, n. 4, p. 241-251, 2008.

3 INTERAÇÃO *PRATYLENCHUS BRACHYURUS*-FEIJOEIRO COMUM: EFEITOS SOBRE A REPRODUÇÃO DO NEMATOIDE E O CRESCIMENTO DE FEIJOEIRO-COMUM

Resumo

Pratylenchus brachyurus (Godfrey) Filipjev é um dos mais importantes nematoides presentes no Brasil, causando perdas não bem definidas, em feijoeiro-comum. As elevadas densidades populacionais desse nematoide em áreas produtoras e a sua polifagia contribuem para o aumento do problema em Sistema de Plantio Direto (SPD). Aliado à isso, a disponibilidade de informações a respeito da reação de cultivares de feijoeiro-comum a espécies de *Pratylenchus* é pequena no Brasil e no mundo. Neste contexto, este trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes densidades populacionais de *P. brachyurus* sobre parâmetros de resistência de feijoeiro-comum, determinar a influência do parasitismo do nematoide sobre o crescimento da cultivar Pérola e caracterizar a reação de 35 cultivares de feijoeiro-comum ao nematoide. Duas densidades populacionais iniciais 6,66 nematoides/cm³ e 20 nematoides/cm³ de solo autoclavado (SA) foram utilizadas para a comparação do seu crescimento com a testemunha não inoculada da cultivar Pérola. Para verificação da influência nos parâmetros de resistência as densidades populacionais 0,83, 2,5 e 7,5 nematoides/cm³ de SA foram utilizadas. Os testes de resistência foram realizados com uma população inicial de 300 à 500 nematoides por recipiente plástico contendo cerca de 400 cm³ de SA. Mensuraram-se a altura de plantas (AP) em cm, número de vagens (NV), número de grãos (NG), massa de grãos (MG) e a massa fresca de raízes (MFR), em g, da cultivar Pérola. Os parâmetros de resistência avaliados foram o fator de reprodução (FR) e o número de nematoides por g raiz (Nem./g raiz). Observou-se redução, somente na MFR (g) da cultivar Pérola, nos tratamentos inoculados com 6,66 e 20 nem./cm³ de solo. Os FR foram maiores nos tratamentos com baixa Pi (0,83 e 2,5 nem./cm³ de solo). As cultivares mostraram FR variado, entretanto nenhuma delas apresentou resistência à *P. brachyurus*.

Palavras – chave: Nematoides das lesões radiculares; Densidades populacionais; Cultivares; Resistência

Abstract

Pratylenchus brachyurus (Godfrey) Filipjev is one of the most important nematodes present in Brazil, causing not well assessed losses in common bean. The high nematode densities in producing areas and its polyphagia contribute to the increases of the problem in no-tillage system. Additionally, the availability of information regarding the reaction of cultivars to *Pratylenchus* species is infrequent. In this context, this work aimed to evaluate the effect of different densities of *P. brachyurus* in parameters of resistance of common bean, determine the influence of the nematode parasitism on the growth of the cultivar Pérola and characterize the reaction of 35 cultivars to the nematode. Two nematode initial densities, 6.66 and 20 nematodes/cm³ of autoclaved soil (SA) were used to compare its growth with the cultivar

Pérola non inoculated check. With respect to the influence on parameters of resistance, the densities 0.83, 2.5 and 7.5 nematodes/cm³ of SA were used. The resistance tests were done with a initial population of 300 to 500 nematodes per plastic pots with 400cm³ of SA. We measured the plant height (AP) in cm, number of pods (NV), number of grains (NG), grain weight (MG) and the root fresh weight (MFR) in gram, of the cultivar Pérola. The parameters of resistance evaluated were the reproduction factor (FR) and the number of nematodes per gram of roots (Nem./g raiz). Only reduction in MFR (g) of the cultivar Pérola was observed, in the treatments inoculated with 6.66 and 20 nematodes/cm³ of SA. The higher FR was observed in the treatments with low Pi (0.83 and 2.5 nematodes/cm³ SA). The cultivars showed varied FR, however none of them were resistant to *P. brachyurus*.

Keywords: Root lesion nematode; Population densities; Cultivars; Resistance

3.1 Introdução

Pratylenchus brachyurus (Godfrey) Filipjev é um dos mais importantes nematoides presentes no Brasil, causando perdas não bem definidas, em feijoeiro-comum (INOMOTO; ASMUS, 2010). Segundo Singh e Schwartz (2011), as espécies de *Pratylenchus* tem o potencial de causar perdas de produção de até 80% em feijoeiro-comum. Esta planta é normalmente cultivada como cultura principal ou em rotação/sucessão com as culturas da soja ou algodão. Na safra 2008/2009, o feijoeiro-comum ocupou 116900 ha de área em sucessão à soja no estado do Mato Grosso sob o sistema de plantio direto (SPD) (SALTON; HERNANI, 2010).

Os danos de *P. brachyurus* em soja e algodão já são bastante conhecidos tanto em casa de vegetação quanto em campo (INOMOTO *et al.*, 2001; SILVA; PEREIRA, 2003; MACHADO *et al.*, 2006; MACHADO *et al.*, 2012) devido à grande distribuição nos estados do centro-oeste e do sul do Brasil (FERRAZ, 2006). A prevalência do nematoide em áreas produtoras de feijoeiro-comum é elevada. Por essa razão, o cultivo do feijoeiro-comum, soja e algodão em rotação/sucessão representa perigo a essas culturas.

O feijoeiro-comum também tem sido bastante utilizado no Sistema Santa Fé (KLUTCHOUSKI *et al.*, 2007). Esse sistema de cultivo consiste na produção consorciada de cultura de grãos, com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Brachiaria*, visando principalmente à produção de palhada para o SPD, menor emergência de plantas daninhas no cultivo de feijoeiro-comum e/ou produção de alimento para animais, no caso de integração lavoura-pecuária (KLUTCHOUSKI *et al.*, 2001; COBUCCI *et al.* 2003). Além disso, há as vantagens do ponto de vista de conservação do solo (CARVALHO *et al.*, 2004). No entanto,

esse consórcio com braquiárias é bastante perigoso porque pode levar a um aumento da população de *P. brachyurus* e causar perdas tanto ao feijoeiro-comum cultivado em consórcio, como para a cultura cultivada em rotação/sucessão, como o algodão cultivado no SPD (INOMOTO; MACHADO; ANTEDOMENICO, 2007).

A disponibilidade de informações a respeito da reação de cultivares de feijoeiro-comum a espécies de *Pratylenchus* é pequena no Brasil e no mundo (KHAN, 1992; FERREIRA *et al.*, 2009; SINGH; SCHWARTZ, 2011). Neste contexto, este trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes populações iniciais de *P. brachyurus* sobre parâmetros de avaliação de resistência de feijoeiro-comum, determinar a influência do parasitismo do nematoide sobre o crescimento da cultivar Pérola e caracterizar a reação de 35 cultivares de feijoeiro-comum ao nematoide.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Manutenção do inoculo

O isolado utilizado nos experimentos com *P. brachyurus* (Pb), denominada Pb₂₃, foi coletado de campos de algodão no município de Sapezal, estado de Mato Grosso, no ano de 2002. Desde então, este isolado tem sido multiplicado em casa de vegetação, alternadamente em milho (*Zea mays*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*), feijoeiro-comum, soja e sorgo grânifero híbrido Sara (*Sorghum bicolor*)

3.2.2 Influência do parasitismo de *Pratylenchus brachyurus* sobre o crescimento da cultivar Pérola

Neste experimento utilizou-se a cultivar (cv.) Pérola, que foi a mais suscetível à *P. brachyurus* nos testes de resistência. Os tratamentos corresponderam à testemunha não inoculada e a duas densidades populacionais iniciais (6,66 nematoides/cm³ espécimes e 20 nematoides/cm³). A extração dos nematoides para a inoculação foi realizada a partir das raízes de sorgo infectadas e com 60 à 80 dias de idade. Tais raízes foram lavadas, cortadas em pedaços com 2 a 3 cm de comprimento e processadas em um liquidificador com 300 mL de água durante 1 minuto. A suspensão resultante, composta de ovos, juvenis e adultos de *P. brachyurus*, e restos de raízes foi vertida em peneira de 60 “mesh” (0,250 mm de abertura) sobreposta à peneira de 500 “mesh” (0,025 mm de abertura). As raízes processadas e localizadas nas peneiras sobrepostas foram lavadas 2 vezes. A matéria orgânica e os espécimes localizados na peneira de 500 “mesh” e na peneira de 60 “mesh” foram recolhidos,

separadamente, sobre duas folhas de papel toalha colocadas sobre uma peneira e um recipiente raso. Esses recipientes foram mantidos em B.O.D. à 28°C durante 48h, com a finalidade de extrair as formas móveis dos nematoides (HOOPER, 1986). As suspensões de nematoides (J₂, J₃, J₄ e fêmeas de *P. brachyurus*) provenientes do processamento foram recolhidas em béqueres de 500 mL e calibradas em lâmina de Peters' para a densidade populacional inicial desejada.

As sementes foram submetidas à assepsia com hipoclorito 0,5% e mantidas em BOD à temperatura de 28°C. Após três dias nessas condições, as plântulas foram semeadas em vasos de plástico com dimensões de 11 cm de diâmetro, 20 cm de altura e 1,7 L capacidade, contendo aproximadamente 1,5 L de solo (22% de argila, 3% de silte e 75% de areia) autoclavado (120°C/2h). A inoculação foi realizada, na cova do transplântio, no mesmo dia em que este foi realizado. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 3 tratamentos (população inicial (P_i)=0; P_i=10000 espécimes; P_i=30000 espécimes) e 16 repetições. Cada tratamento correspondeu às seguintes densidades populacionais iniciais, respectivamente: 0 nem./cm³, 6,66 nem./cm³ e 20 nem./cm³. Ao final do ciclo médio da cultivar Pérola (85 dias) os seguintes parâmetros fitotécnicos foram mensurados: altura de plantas em cm (AP), número de vagens (NV), número de grãos (NG) e massa de grãos (MG) em g. Uma alíquota do sistema radicular de cada planta, não superior à 10 g, foi processada pela técnica do liquidificador seguida por flutuação centrífuga em solução de sacarose (COOLEN; D'HERDE, 1972), usando uma centrífuga com 4 tubos de 120 cm³ (10,8 cm de altura x 3,8 cm de diâmetro) com 1800 rpm e 597g. A suspensão de nematoides, proveniente do processamento foi recolhida em frascos de vidro. O volume da suspensão de cada recipiente foi padronizada para 10 mL. Ovos, juvenis J₂, J₃, J₄ e fêmeas de *P. brachyurus* foram quantificados utilizando a lâmina de contagem de Peters'.

Posteriormente, os valores de população final (P_f), número de nematoides por grama de raízes (Nem./g) e fator de reprodução (FR=P_f/P_i) foram estimados para cada repetição. A média de cada uma dessas variáveis foi calculada para cada tratamento para a verificação da viabilidade do inóculo.

Após a realização do teste de normalidade dos resíduos (Teste de Shapiro-Wilk) e de homogeneidade de variâncias (Teste de Bartlett), os dados foram transformados pela elevação à potência máxima de Box-Cox (VENABLES; RIPLEY, 2002), quando necessário, submetidos à análise de variância (ANAVA) e ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade (SILVA, 2010), com o auxílio do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

Este experimento foi repetido uma vez. As plantas de ambos os experimentos foram regadas diariamente e adubadas uma vez, pela aplicação de 5 ml de uma solução nutritiva contendo 0,1 g/ml de NPK e micronutrientes (20 % N, 10% P₂O₅, 20% K₂O, 0.05% B, 0.005% Co, 0.05% Cu, 0.2% Fe, 0.05% Mn, 0.005% Mo e 0.1% Zn). As temperaturas foram obtidas por meio de um registrador automático TagTemp® (Novus Automation) localizado na superfície do solo de uma parcela experimental. O registrador foi configurado para coletar a temperatura em um intervalo de 15 minutos. Ao final do experimento obteve-se a média das temperaturas no período experimental.

3.2.3 Efeito de diferentes populações iniciais de *Pratylenchus brachyurus* sobre parâmetros de avaliação de resistência de feijoeiro-comum

Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, na cidade de Piracicaba, estado de São Paulo. O experimento 1 foi realizado com a cv. Pérola e o experimento 2 com a cv. Campeiro.

O inóculo de Pb₂₃ foi extraído a partir de plantas sorgo com 60 a 80 dias de idade, pelo método de Baermann modificado para recipiente raso (HOOPER, 1986), seguindo os mesmos procedimentos adotados anteriormente.

Nos experimentos 1 e 2, as sementes de feijão foram semeadas em rolo de papel de germinação, após assepsia com hipoclorito de sódio 0,5 % durante 5 minutos, e mantidos por 5 dias em B.O.D. ajustada para 28°C. Em cada experimento, as plântulas de feijoeiro-comum foram transplantadas individualmente para vasos de plástico com 200 cm³ de capacidade e dimensões de 6,5 cm de diâmetro e 7 cm de altura, contendo 180 cm³ de solo (20% de argila, 7% de silte e 73% de areia) autoclavado à temperatura de 120°C por 2h. Nove dias após o transplante, quando o primeiro par de folhas verdadeiras estava completamente estendido, a suspensão de nematoides foi inoculada. Cada tratamento correspondeu à inoculação das seguintes P_i de *P. brachyurus* (composta por J₂, J₃, J₄ e fêmeas de *P. brachyurus*) por vaso: 0,83 nematoides/cm³ de solo (150 nematoides/vaso), 2,5 nematoides/cm³ de solo (450 nematoides/vaso) e 7,5 nematoides/cm³ de solo (1350 nematoides/vaso). O tratamento testemunha não recebeu inóculo. A suspensão de nematoides correspondente para cada tratamento foi aplicada em dois orifícios (2 e 4 cm de profundidade) feitos no solo, localizado a 1 cm da base da planta.

Seis dias após a inoculação, as plantas foram retiradas dos vasos de plástico juntamente com o solo, e transferidas para vasos de argila com 15 cm de altura e 1200 cm³ de capacidade,

contendo 1000 cm³ de solo autoclavado (120°C por 2h). As plantas foram regadas diariamente e adubadas uma vez, pela aplicação de 5 ml de uma solução nutritiva contendo 0,1 g/ml de NPK e micronutrientes (20 % N, 10% P₂O₅, 20% K₂O, 0.05% B, 0.005% Co, 0.05% Cu, 0.2% Fe, 0.05% Mn, 0.005% Mo e 0.1% Zn).

A população final (Pf) em feijoeiro-comum foi obtida ao final do ciclo da cultura, quando os grãos estavam perfeitamente desenvolvidos. Para a cultivar Pérola, o final do ciclo correspondeu à 74 dias após a semeadura (DAS) e 60 dias após a inoculação (DAI); para a cultivar Campeiro correspondeu à 75 DAS e 61 DAI. Foi definido 15 DAS como limite para a inoculação de *P. brachyurus* em feijoeiro-comum, em decorrência do curto ciclo das plantas. A média do ciclo das plantas utilizadas nos experimentos 1 e 2 é de 75 dias. Considerando que o tempo necessário para o desenvolvimento de um ciclo do nematoide, sob condições favoráveis, é de 21-30 dias (CASTILLO; VOVLAS, 2007), foi inferido que 60 dias foram suficientes para completar pelo menos duas gerações do nematoide. A inoculação de plantas de feijoeiro-comum com mais de 14 DAS provavelmente reduz sensivelmente o tempo de contato de *P. brachyurus* com as raízes. Por conseguinte, os valores de FR poderiam ser subestimados, em decorrência do nematoide não poder completar mais de um ciclo de vida, se a inoculação tivesse sido realizada após 14 DAS.

Ao final do experimento, as raízes foram lavadas com água de torneira, enxugadas em papel absorvente, cortadas em pedaços de 2-3 cm de comprimento e pesadas. A totalidade do sistema radicular de cada planta de feijoeiro-comum foi processada pela técnica do liquidificador seguida por flutuação centrífuga em solução de sacarose (COOLEN; D'HERDE, 1972), usando uma centrífuga com 4 tubos de 120 cm³ (10,8 cm de altura x 3,8 cm de diâmetro) com 1800 rpm e 597g. Ovos, juvenis J₂, J₃, J₄ e fêmeas de *P. brachyurus* foram extraídos das raízes e quantificados utilizando a lâmina de contagem de Peters'. Posteriormente, os valores de P_f, Nem./g e FR foram estimados para cada repetição nos dois experimentos. A variável Nem./g está relacionada com a capacidade reprodutiva do nematoide em relação à disponibilidade de raízes, e o FR é a principal variável utilizada para a determinação da resistência de uma planta a nematoides.

Os experimentos 1 e 2 foram conduzidos entre os meses de agosto e novembro de 2011, em um delineamento completamente casualizado com 4 tratamentos (3 P_i diferentes e a testemunha não inoculada) e 10 repetições. As variáveis obtidas foram analisadas utilizando a análise variância (ANAVA). Após a realização do teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk Test), teste de homogeneidade de variâncias (Bartlett Test) e a transformação (somente no caso da massa fresca de raízes no experimento 1) pela potência máxima de Box

Cox (VENABLES; RIPLEY, 2002), as médias correspondentes de cada tratamento foi comparada pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade (SILVA, 2010). A análise dos dados foi realizada com o auxílio do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

3.2.4 Testes de Resistência

Todos os experimentos de resistência foram conduzidos em casa de vegetação na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, na cidade de Piracicaba, estado de São Paulo.

No experimento 1 utilizou-se 21 cultivares de feijoeiro-comum, sendo 20 de porte ereto: ‘BRS Valente’, ‘BRS Radiante’, ‘IAPAR 81’, ‘IPR Juriti’, ‘IPR Tangará’, ‘IPR Uirapuru’, ‘IPR Graúna’, ‘IPR Chopim’, ‘IPR Tiziu’, ‘IPR Gralha’, ‘BRS Campeiro’, ‘BRS Xamego’, ‘BRS Esplendor’, ‘BRS Agreste’, ‘BRS Estilo’, ‘IPR Corujinha’, ‘IPR 139’, ‘IPR Tuiuiú’, ‘FT Soberano’, ‘IAC Diplomata’; uma de porte semi-ereto: ‘Diamante Negro’. O padrão de suscetibilidade foi soja ‘Pintado’. Cinco sementes de cada cultivar de feijoeiro foram semeadas em cada parcela, que correspondeu a um recipiente de plástico de 500 cm³ de capacidade e dimensões de 7,5 cm de diâmetro e 10,5 cm de altura, contendo 400 cm³ de solo autoclavado. Uma semana após o plantio procedeu-se ao desbaste, deixando-se uma planta por parcela. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 22 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos corresponderam às 20 cultivares de porte ereto, à uma de porte semi-ereto e o padrão de suscetibilidade.

No experimento 2 foram utilizadas 12 cultivares de feijoeiro-comum, sendo 9 de porte semi ereto: ‘BRS Grafite’, ‘BRS Vereda’, ‘Jalo Precoces’, ‘BRS Requite’, ‘Pérola’, ‘Rio Tibagi’, ‘IPR Siriri’, ‘IPR Saracura’, ‘Carioca’; três de porte ereto: ‘BRS Pitanga’, ‘IAPAR 44’, ‘FT Nativo’. O padrão de suscetibilidade foi o mesmo utilizado no experimento 1. Três sementes de cada cultivar de feijoeiro foram semeadas em cada parcela, que correspondeu a um recipiente de plástico de 500 cm³ de capacidade e dimensões de 7,5 cm de diâmetro e 10,5 cm de altura, contendo 400 cm³ de solo autoclavado. Uma semana após o plantio procedeu-se ao desbaste, deixando-se uma planta por parcela. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 14 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos corresponderam às 9 cultivares de porte semi-ereto, as 3 de porte ereto e o padrão de suscetibilidade.

As cultivares que apresentaram reação de resistência nos experimentos anteriores foram novamente utilizadas no experimento 3 e 4 e estão listadas a seguir: BRS Campeiro, IPR Tuiuiú, IPR 139, IPR Chopim, FT Soberano, BRS Estilo, BRS Radiante e IAPAR 81;

adicionalmente foram incluídas duas cultivares que apresentaram os maiores FR no experimento 1 e no experimento 2, respectivamente: BRS Valente e Pérola; o padrão de suscetibilidade foi a soja ‘Pintado’. Sementes de cada cultivar de feijoeiro-comum e da soja ‘Pintado’ foram semeadas em rolo de papel. Após 5 dias em B.O.D. com temperatura de 28°C, as plântulas de feijão e soja foram transplantadas individualmente, para vasos plásticos de 1 L com 11 cm de diâmetro e 10,5 cm de altura, contendo cerca de 800 cm³ de solo autoclavado. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 11 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos corresponderam às 10 cultivares de feijoeiro-comum e ao padrão de suscetibilidade.

3.2.4.1 Inoculação e condução dos experimentos

Para os experimentos 1, 2 e 4, as raízes de sorgo fonte de inóculo de *P. brachyurus* foram lavadas e processadas em liquidificador, em seguida a suspensão resultante foi submetida à flutuação centrífuga em solução de sacarose (COOLEN e D’HERDE, 1972). As suspensões de nematoides (ovos, adultos e juvenis), provenientes do processamento foram recolhidos em béqueres de 500 mL e calibradas em lâmina de Peters para a concentração de 150 espécimes/mL para os experimentos 1 e 2 e para a concentração de 250 espécimes/mL para o experimento 4.

No experimento 3, as raízes foram processadas em liquidificador com 300 mL de água durante 1 minuto. A suspensão resultante composta de ovos, juvenis e adultos de *P. brachyurus*, e restos de raízes foi vertida em peneira de 60 “mesh” (0,250 mm de abertura) sobreposta à peneira de 500 “mesh” (0,025 mm de abertura). As raízes processadas e localizadas nas peneiras sobrepostas foram lavadas 2 vezes. A matéria orgânica e os espécimes localizados na peneira de 500 “mesh” e na peneira de 60 “mesh” foram recolhidos, separadamente, sobre duas folhas de papel toalha colocadas sobre uma peneira e um recipiente raso. Esses recipientes foram mantidos em B.O.D. à 28°C durante 48h, com a finalidade de extrair as formas móveis dos nematoides (HOOPER, 1986). As suspensões de nematoides (J₂, J₃, J₄ e fêmeas de *P. brachyurus*) provenientes do processamento foram recolhidas em béqueres de 500 mL e calibradas em lâmina de Peters para a concentração de 150 espécimes/mL.

Anteriormente à inoculação, foram feitos dois orifícios, um de 4 cm e outro de 2 cm, na superfície de cada uma das parcelas experimentais. Aos 15 dias após a semeadura (DAS), nos experimentos 1 e 2, e aos 14 DAS, nos experimento 3 e 4, com uma pipeta automática

procedeu-se à inoculação de 1 mL da suspensão em cada um dos orifícios, que posteriormente foram cobertos com vermiculita, perfazendo uma P_i de 300 espécimes/planta, exceto para o experimento 4, no qual utilizou-se 500 espécimes/planta.

As plantas foram regadas diariamente e adubadas uma vez, pela aplicação de 5 ml de uma solução nutritiva contendo 0,1 g/ml de NPK e micronutrientes (20 % N, 10% P_2O_5 , 20% K_2O , 0.05% B, 0.005% Co, 0.05% Cu, 0.2% Fe, 0.05% Mn, 0.005% Mo e 0.1% Zn). As temperaturas mínimas e máximas diárias no solo foram obtidas ao final de cada dia para a obtenção das suas respectivas médias no período experimental de cada experimento.

As temperaturas mínimas, nos experimentos 1 ao 4 variaram de 13,86 à 16,30 °C. As temperaturas máximas variaram de 29,26 à 32,33°C.

3.2.4.2 Avaliação dos experimentos

Nos experimentos 1 e 2 o corte das plantas ocorreu após 60 dias da inoculação (DAI). Esse procedimento foi realizado aos 70 DAI no experimento 3 e aos 62 DAI no experimento 4. Posteriormente, as raízes de cada cultivar foram lavadas com água de torneira, enxugadas em papel absorvente, cortadas em pedaços de 2-3 cm de comprimento e pesadas. Uma alíquota do sistema radicular de cada planta, não superior à 10 g, foi processada pela técnica do liquidificador seguida por flutuação centrífuga em solução de sacarose (COOLEN; D'HERDE, 1972), usando uma centrífuga com 4 tubos de 120 cm³ (10,8 cm de altura x 3,8 cm de diâmetro) com 1800 rpm e 597g. A suspensão de nematoides, proveniente do processamento foi recolhida em frascos de vidro. O volume da suspensão de cada recipiente foi padronizada para 10 mL. Ovos, juvenis J2, J3, J4 e fêmeas de *P.brachyurus* foram quantificados utilizando a lâmina de contagem de Peters'.

Posteriormente, os valores de P_f , número de nematoides por grama de raízes (Nem./g) e FR foram estimados para cada repetição. A média de cada uma dessas variáveis foi calculada para cada tratamento.

A determinação da reação foi realizada com base em OOSTENBRINK (1966), que considera como plantas resistentes as que possuem o FR médio (FR) inferior à um ($FR < 1$) e como suscetíveis as que apresentam $FR \geq 1$. Após a realização do teste de normalidade dos resíduos (Teste de Shapiro-Wilk) e de homogeneidade de variâncias (Teste de Bartlett), os dados foram transformados pela elevação à potência máxima de Box-Cox (VENABLES; RIPLEY, 2002), quando necessário, submetidos à análise de variância (ANAVA) e ao Teste de Tukey à 5% de probabilidade (SILVA, 2010), com o auxílio do programa estatístico R (R

DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008). No experimento 2, não foi possível a obtenção da normalidade dos resíduos e/ou homogeneidade de variâncias, as médias foram submetidas ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (SAS – *Statistical Analysis System* (SAS Institute, Cary, CN, EUA)).

3.3 Resultados

3.3.1 Influência do parasitismo de *Pratylenchus brachyurus* sobre o crescimento da cultivar Pérola

No experimento 1 (Tabela 7) observa-se que os diferentes níveis populacionais produziram efeito sobre a MFR. Os tratamentos inoculados com *P. brachyurus* proporcionaram uma redução significativa dos valores de MFR em relação a testemunha não inoculada. No que diz respeito à AP, NV, NG e MG não houve diferença significativa entre os tratamentos. A população de *P. brachyurus* só aumentou no tratamento inoculado com 6,66 nem./cm³. Assim, foi demonstrado que houve uma tendência de diminuição do FR quando se utiliza elevadas Pi.

No experimento 2 (Tabela 8), foi observada redução na MFR em relação a testemunha somente no tratamento inoculado com 6,66 nem./cm³.

Tabela 7 – Efeito de diferentes densidades iniciais de *P. brachyurus* sobre massa fresca de raízes (MFR); população final (Pf), número de nematoides por grama de raiz (Nem./g) e fator de reprodução (FR) de feijoeiro-comum cv. Pérola ao final do ciclo (85 dias); Experimento 1

Pi (Nem./cm ³ solo)	MFR	Pf	Nem./g	FR
0 (0)	15,20 a	-	-	-
10000 (6,66)	10,99 b	17022	1601	1,7
30000 (20)	10,14 b	25595	2572	0,85

Médias de dezesseis repetições; dados não transformados para o teste de médias; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$); Pi – população inicial.

Como observado no primeiro experimento, a MFR do tratamento de 20 nem./cm³ não diferiu significativamente do tratamento inoculado com 6,66 nem./cm. Entretanto, a MFR de raízes do tratamento inoculado com 20 nem./cm³ não diferiu significativamente da testemunha

não inoculada, ao contrário do observado no experimento 1. Provavelmente, o baixo vigor das sementes utilizadas no experimento 2 contribuíram para que, de forma geral, as plantas de feijoeiro tivessem sua produção de raízes prejudicada em relação ao experimento anterior.

Observa-se, no experimento 2, que *P. brachyurus* reproduziu-se em ambos os tratamentos inoculados, atingindo Pf, Nem./g e FR bastante superiores àqueles do experimento 1. Entretanto, mais uma vez houve diminuição do FR no tratamento de 20 nem./cm³, corroborando a hipótese de competição por sítios de infecção (Olowe; Corbet, 1976).

Tabela 8 – Efeito de diferentes densidades iniciais de *P. brachyurus* sobre massa fresca de raízes (MFR); população final (Pf), número de nematoides por grama de raiz (Nem./g) e fator de reprodução (FR) de feijoeiro-comum cv. Pérola ao final do ciclo (85 dias); Experimento 2

Pi (Nem./cm³ solo)	MFR	Pf	Nem./g	FR
0 (0)	8,16 a	-	-	-
10000 (6,66)	5,46 b	71624,00	13344,71	7,16
30000 (20)	7,40 ab	60966,67	8129,23	2,03

Médias de dezesseis repetições; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0.05$); Pi – população inicial.

Os sintomas nas raízes, caracterizados por lesões escurecidas (Figura 14), foram observados nos tratamentos inoculados, em ambos os experimentos. Os tratamentos inoculados com 20 nem./cm³ apresentaram raízes mais escurecidas e, eventualmente, bifurcação da raiz principal, com uma parte mais escurecida, devido ao parasitismo do nematoide, e outra mais clara, na qual se presumiu que o nematoide não estava presente.

Figura 14 – Lesões escurecidas nas raízes secundárias e na raiz principal, levando à interrupção do seu crescimento, causadas por *Pratylenchus brachyurus* em feijoeiro-comum cv. Pérola

3.3.2 Efeito de diferentes populações iniciais de *Pratylenchus brachyurus* sobre parâmetros de avaliação de resistência de feijoeiro-comum

A massa fresca das raízes de feijoeiro-comum não foi afetada por *P. brachyurus* (Tabelas 9 e 10), mas as plantas inoculadas com a Pi de 1350 exibiram sintomas visuais mais severos de necrose. À medida que as Pi passaram de 150 para 450, os valores de Pf e Nem./g aumentaram na cultivar Pérola e Campeiro; mas a partir da Pi de 450 para 1350, os valores de Pf e Nem./g permaneceram constantes na cultivar Campeiro e diminuíram na cultivar Pérola. É provável que a deterioração provocada pela Pi de 1350 nas raízes da cultivar Pérola tenha sido mais severa do que na cultivar Campeiro, resultando na incapacidade das raízes abrigar mais do que 1000 espécimes de *P. brachyurus*. Os valores de FR não foram afetados pelo aumento da Pi de 150 para 450, mas foram fortemente diminuídos pelo aumento da Pi de 450 para 1350. De acordo com o conceito de Oostenbrink (1966), o feijoeiro-comum cv. Pérola seria classificado como um hospedeiro resistente, caso o FR fosse avaliado usando uma Pi de 1350. Desse modo, os resultados de testes de resistência de cultivares de feijoeiro-comum à *P. brachyurus* podem levar a resultados incorretos pela subestimação da Pf, quando da utilização de uma $Pi > 450$.

Tabela 9 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem/g), fator de reprodução (FR) e massa fresca de raízes ao final do ciclo de feijoeiro-comum cv. Pérola (75 dias após o plantio ou 61 dias após o início dos tratamentos (inoculação ou não com *Pratylenchus brachyurus*)

Pi (Nem./cm ³ solo)	Pf	Nem/g	FR	Massa fresca de raízes (g)
0 (0)	-	-	-	2,96 a
150 (0,83)	921 b	268,15 b	6,14 a	3,09 a
450 (2,5)	3241 a	958,70 a	7,2 a	3,57 a
1350 (7,5)	964 b	317,52 b	0,71 b	3,02 a

Médias de dez repetições. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$); Pi – população inicial.

Tabela 10 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem/g), fator de reprodução (FR) e massa fresca de raízes ao final do ciclo de feijoeiro-comum cv. Pérola (75 dias após o plantio ou 61 dias após o início dos tratamentos (inoculação ou não com *Pratylenchus brachyurus*)

Pi (Nem./cm ³ solo)	Pf	Nem/g	FR	Massa fresca de raízes (g)
0 (0)	-	-	-	3,42 a
150 (0,83)	672 b	184,5 b	4,48 a	3,44 a
450 (2,5)	3079 a	644,54 a	6,84 a	4,93 a
1350 (7,5)	1635 a	511,77 a	1,21 b	3,65 a

Médias de dez repetições. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$); Pi= população inicial.

3.3.3 Testes de resistência

No experimento 1 as cultivares de porte ereto BRS Campeiro, FT Soberano, IPR Chopim, IPR 139, BRS Estilo, BRS Radiante, IAPAR 81 e IPR Tuiuiú exibiram reação de resistência à *Pratylenchus brachyurus*, com $FR < 1$ (0,32 a 0,97) (Tabela 11). As demais cultivares BRS Xamego, Diamante Negro, IPR Uirapuru, IPR Corujinha, IPR Juriti, BRS Agreste, IPR Graúna, IPR Tiziu, BRS Esplendor, IPR Gralha, IPR Tangará, IAC Diplomata e

BRS Valente apresentaram reação de suscetibilidade (1,11 a 4,59). Os maiores FR, em geral, aumentaram à medida que houve aumento no Nem./g.

No experimento 2 (Tabela 12), todas as cultivares testadas apresentaram reação de suscetibilidade. A cultivar que apresentou menor FR foi a Jalo Precoco (FR=5,61). As cultivares Carioca e Pérola apresentaram elevados FR. O FR da cultivar Pérola (19,36) atingiu nível semelhante ao do padrão de suscetibilidade Soja ‘Pintado’ (FR=19,59). A cultivar Carioca apresentou o maior Nem./g, seguido pelas cultivares IPR Saracura, Pérola e FT nativo. Esses resultados mostram maior capacidade reprodutiva de *P. brachyurus* nas principais cultivares de feijão cultivadas no Brasil.

No experimento 3 (Tabela 13), todas as cultivares apresentaram reação de suscetibilidade, ao contrário do observado para as mesmas no primeiro experimento. Além disso, os FR não se diferenciaram dos de BRS Valente e de Pérola, que foram as cultivares com maiores FR nos experimentos 1 e 2, respectivamente. Não obstante a cultivar Pérola apresentar o maior FR (14,88), o mesmo não pode ser dito para Nem./g. Para esta variável, o maior valor foi obtido na cultivar BRS Radiante (396).

No experimento 4 (Tabela 14), a reação de suscetibilidade das cultivares foi confirmada. Apesar de os valores de FR terem sido menores que no experimento anterior, os resultados foram bastante semelhantes entre ambos experimentos. As cultivares BRS Valente e BRS Campeiro apresentaram novamente os menores FR (1,38 e 1,42, respectivamente). A cultivar Pérola mostrou, mais uma vez, o maior FR (3,11). Confirma-se, portanto, que nenhuma das cultivares testadas possui uma resistência destacada à *P. brachyurus*.

Tabela 11 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à *Pratylenchus brachyurus* aos 60 DAI

Tratamentos	Pf	Nem./g	FR	Reação
BRS Campeiro	97	12 f	0,32 h	R
FT Soberano	153	21 ef	0,51 gh	R
IPR Chopim	182	22 def	0,61 fgh	R
IPR 139	188	26 def	0,63 fgh	R
BRS Estilo	200	23 def	0,67 efgh	R
BRS Radiante	245	24 def	0,82 efgh	R
IAPAR 81	265	36 cdef	0,88 defgh	R
IPR Tuiuiú	292	40 bcde	0,97 defgh	R
BRS Xamego	332	44 bcde	1,11 defg	S
D. Negro*	353	50 bcde	1,18 defg	S
IPR Uirapuru	365	43 bcde	1,22 defg	S
IPR Corujinha	380	52 bcde	1,27 cdefg	S
IPR Juriti	425	72 abcd	1,42 cdefg	S
BRS Agreste	477	64 bcde	1,59 cdefg	S
IPR Graúna	535	69 abcd	1,78 cdef	S
IPR Tiziu	615	106 abc	2,05 bcdef	S
BRS Esplendor	663	71 abcd	2,21 abcde	S
IPR Gralha	737	82 abc	2,46 abcd	S
IPR Tangará	998	103 ab	3,33 abc	S
IAC Diplomata	1338	116 ab	4,46 ab	S
BRS Valente	1378	161 a	4,59 a	S
Soja 'Pintado'	552	43 cdef	1,84 cdefg	Padrão

*Cultivar de porte semi-ereto; médias de seis repetições; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$).

Tabela 12 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à *Pratylenchus brachyurus* aos 60 DAI

Tratamentos	Pf	Nem./g	RF	Reação
Jalo Precoce	1683	112 d	5,61 e	S
BRS Grafite	1968	175 bcd	6,56 cde	S
BRS Requite	2226	191 bcd	7,42 bcde	S
BRS Vereda	2246	119 d	7,49 de	S
Rio Tibagi	3094	169 bcd	10,31 abcde	S
FT Nativo*	3817	417 abc	12,73 abcde	S
IPR Saracura	4198	500 a	13,99 abcde	S
Carioca	4665	634 a	15,55 abcd	S
IPR Siriri	4685	390 ab	15,62 abcde	S
IAPAR 44*	5010	322 abc	16,70 ab	S
BRS Pitanga*	5356	377 ab	17,86 abc	S
Pérola	5808	498 a	19,36 a	S
Soja 'Pintado'	6221	158 cd	19,59 a	Padrão

* Cultivares de porte ereto; médias de seis repetições; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$).

Tabela 13 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à *Pratylenchus brachyurus* aos 70 DAI

Tratamentos	Pf	Nem./g	RF	Reação
BRS Valente	1579	142 b	5,26 b	S
BRS Campeiro	1614	138 bc	5,38 b	S
IPR Tuiuiú	1804	138 b	6,01 b	S
IPR 139	1892	169 ab	6,31 b	S
IPR Chopim	2309	171 ab	7,70 ab	S
FT Soberano	2314	162 b	7,71 ab	S
BRS Estilo	2366	171 ab	7,89 ab	S
BRS Radiante	2463	396 a	8,21 ab	S
IAPAR 81	2765	208 ab	9,22 ab	S
Pérola	4464	331 ab	14,88 a	S
Soja 'Pintado'	1275	52 ab	4,25 b	Padrão

Médias de seis repetições; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$).

Tabela 14 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à *Pratylenchus brachyurus* aos 62 DAI

Tratamentos	Pf	Nem./g	RF	Reação
BRS Valente	689	88 bc	1,38 b	S
BRS Campeiro	709	114 bc	1,42 b	S
BRS Radiante	818	172 ab	1,64 ab	S
IPR Chopim	922	160 abc	1,84 ab	S
IPR Tuiuiú	1116	124 bc	2,25 ab	S
FT Soberano	1242	163 abc	2,48 ab	S
IPR 139	1244	156 abc	2,49 ab	S
IAPAR 81	1275	154 abc	2,55 ab	S
BRS Estilo	1442	157 abc	2,88 a	S
Pérola	1556	213 a	3,11 a	S
Soja 'Pintado'	1129	77 c	2,26 ab	Padrão

Médias de seis repetições; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$).

3.4 Discussão

3.4.1 Influência do parasitismo de *Pratylenchus brachyurus* sobre o crescimento da cultivar Pérola

Efeito negativo da presença de *P. brachyurus* foi observado nas raízes da cultivar “Pérola”, que apresentaram sintomas severos. Entretanto, não se observou redução em AP, NV, NG e MG. Este fato, aliado à, via de regra, elevada multiplicação do nematoide, possibilitou determinar a cultivar Pérola como tolerante aos danos provocados por *P. brachyurus* às raízes. Neste contexto, foi demonstrado que a cultivar Pérola tem a capacidade de continuar produzindo normalmente, mesmo tendo o seu potencial de absorção de nutrientes reduzido devido ao intenso ataque de *P. brachyurus* (20 nem./cm³).

Provavelmente, o ciclo curto do feijoeiro-comum (média de 85 dias) proporciona um tempo de contato do nematoide com a planta insuficiente para a ocorrência de perdas de produção. Em soja, os danos causados por *P. brachyurus* às raízes resultam em perdas de produção, provavelmente, devido ao seu ciclo ser maior (média de 120 dias) (FUNDAÇÃO MT, 2011) quando comparado ao do feijoeiro-comum. Assim, na soja *P. brachyurus* tem maior chance de aumentar sua população e consequentemente causar perdas de produção.

No campo, onde há interferência de outros fatores (fertilidade do solo, disponibilidade de hídrica, grau de compactação do solo e interação com outros patógenos) é possível que a cultivar Pérola esteja mais vulnerável a ter sua produção reduzida em áreas altamente infestadas com o nematoide. Nessas condições, os nematoides normalmente encontram-se mais distribuídos no perfil do solo, quando comparados com experimentos realizados em casa de vegetação, onde o procedimento de inoculação pode concentrar o inóculo em pontos localizados nas parcelas experimentais. Assim, neste último caso, mesmo que a planta seja intensamente atacada por grande número de nematoides na fase inicial de desenvolvimento, a planta é capaz de emitir novas raízes e escapar para os pontos onde os nematoides ainda não alcançaram. Nessa situação, foi demonstrado que a planta consegue desenvolver-se plenamente e produzir da mesma maneira que plantas não inoculadas. Nos casos em que elevadas populações estão associadas com distribuição mais uniforme dos nematoides na profundidade efetiva das raízes do feijoeiro-comum, os danos causados nas raízes podem se refletir na parte aérea das plantas e consequentemente na produção. Dessa maneira, é temeroso afirmar que a tolerância da cultivar Pérola se estende a condições de campo.

Nos experimentos 1 e 2 não foi observada diferença estatística, para MFR, entre os tratamentos com 6,66 e 20 nem./cm³ de solo. Este resultado sugere que a densidade de 6,66 nem./cm³ é o limiar a partir do qual os danos de *P. brachyurus* às raízes de feijoeiro-comum permanecem constantes. Os tratamentos utilizados representam uma alta densidade populacional (6,66 nem./cm³=1332 nem./200 cm³; 20 nem./cm³=4000 nem./200 cm³), que apesar de não terem sido detectadas no levantamento realizado em áreas de feijoeiro-comum, é passível de ocorrer no campo. Silva *et al.* (2004) observaram a ocorrência de até 730 espécimes de *P. brachyurus*/200 cm³ de solo e de até 3611 espécimes de *P. brachyurus*/g de raiz em levantamento realizado em áreas produtoras de algodão. O cultivo de feijoeiro-comum após algodoeiro é usual, principalmente no estado de São Paulo. Por conseguinte, a realização de um manejo adequado de *P. brachyurus* em áreas infestadas é de suma importância.

No experimento 2, a menor competição inicial por sítios de alimentação, no tratamento inoculado com 6,66 nem./cm³ de solo, aliada às melhores condições de temperatura, quando comparados ao experimento 1, provavelmente, contribuíram para a menor massa de raízes e os maiores valores de Nem./g e FR observados nesse tratamento, em relação aos demais tratamentos do mesmo experimento. Ao que tudo indica, a temperatura também contribuiu expressivamente para que os valores de Nem./g e FR, de forma geral, tenham sido muito maiores no experimento 2 quando comparados àqueles do experimento 1 (as médias das máximas e das mínimas foram, respectivamente, de 32,00°C e 13,89°C, no experimento 1 e 38,61°C e 20,33°C no experimento 2).

3.4.2 Efeito de diferentes populações iniciais de *Pratylenchus brachyurus* sobre parâmetros de avaliação de resistência de feijoeiro-comum

Os maiores valores de FR e Nem./g de raiz foi obtido quando se utilizou a $P_i \leq 450$. A P_i 1350 proporcionou uma redução no FR de *P. brachyurus*, em comparação aos menores valores de P_i (150 e 450), provavelmente em decorrência à grande competição por sítios de infecção, como relatado por Olowe & Corbett (1976) em raízes excisadas de milho. Estes autores relataram maior infecção por *P. brachyurus* e *P. zaeae*, após 60 h, quando utilizou-se uma P_i 100 nematoides, e uma redução da infecção com $P_i > 200$. Tendência similar foi relatada por Di Vito *et al.* (1986) para berinjela infectada com *M. incognita*. Adicionalmente, a deterioração causada por *P. brachyurus* nas raízes de feijoeiro-comum na P_i 1350, provavelmente resultou em menor disponibilidade de tecido adequado para o desenvolvimento do nematoide, provocando a redução na Pf e Nem./g de raiz do tratamento com P_i 1350, em comparação com a P_i 150 e 450, no entanto, essa redução só foi significativa para a cultivar Pérola. Por causa disso, os presentes resultados indicam que, sob condições de casa de vegetação, a P_i 150-450 deve ser usada para avaliação da resistência de feijoeiro-comum à *P. brachyurus*. Machado et al. (2012) avaliou a reação de 35 cultivares de feijoeiro-comum, usando a P_i 300 e estimando a Pf aos 70 DAI. Duas cultivares foram classificadas como resistentes à *P. brachyurus* ($RF < 1,0$), quatro foram moderadamente resistentes ($1,0 < RF \leq 2,33$) e 29 como suscetíveis ($3,13 \leq RF \leq 25,80$). Dessa forma, a P_i 300 provou ser útil para avaliação da resistência de cultivares de feijoeiro-comum à *P. brachyurus*. Altos valores de P_i (≥ 1350) devem ser evitados em testes para avaliação da resistência de feijoeiro-comum à *P. brachyurus*, para que evitar a obtenção de resultados equivocados em tal P_i .

Os resultados deste trabalho sugerem que a Pi tem grande importância em testes de resistência de feijoeiro-comum à *P.brachyurus*. Estes testes devem ser feitos de maneira à proporcionar as melhores condições para a reprodução do nematoide, a fim de evitar que cultivares suscetíveis sejam classificadas como resistentes.

3.4.3 Testes de resistência

No experimento 1, observou-se que algumas cultivares comportaram-se como resistentes à *P.brachyurus* (FR<1). Tais cultivares foram testadas novamente nos experimentos 3 e 4, no entanto mostraram-se suscetíveis nestes experimentos.

O FR de BRS Campeiro foi o menor quando comparado com as outras cultivares, nos experimentos 1, 3 e 4. Esta cultivar é adaptada aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (EMBRAPA, 2011). Por causa disso, entre todas as cultivares testadas, BRS Campeiro é a melhor cultivar para o manejo em áreas infestadas naqueles estados. Entretanto, o uso de BRS Campeiro, em sucessão ou em rotação, pode proporcionar um pequeno aumento da população inicial para o próximo cultivo. Dessa maneira, estas medidas devem ser empregadas em combinação com outras medidas de manejo, como por exemplo, o controle biológico e a rotação com plantas não hospedeiras de *P. brachyurus*.

Nos experimentos 2, 3 e 4 foi demonstrado que *P. brachyurus* possui uma elevada capacidade reprodutiva em 'Pérola'. Esta cultivar é bastante cultivada no centro-oeste do Brasil (YOKOYAMA *et al.*, 1999), onde *P. brachyurus* é muito disseminado (FALEIRO; LOBO JÚNIOR, 2007). Por causa disso, o desempenho desta cultivar pode ser afetado em campos onde *P. brachyurus* ocorre em elevados níveis populacionais.

A reação observada para as cultivares BRS Uirapuru, BRS Esplendor e IPR Juriti, no experimento 1; BRS Grafite e BRS Requite, no experimento 2; IPR Chopim, BRS Estilo e BRS Radiante, nos experimentos 3 e 4, divergem daqueles obtidos por Ferreira *et al.* (2009). Estes autores observaram que tais cultivares apresentaram FR<1 após 32 DAI. No presente trabalho, a avaliação foi feita entre 60 e 70 DAI. Este maior período experimental pode ter contribuído para a maior multiplicação de *P. brachyurus* nos presentes experimentos. A reação observada para IPR 139 corrobora a mesma obtida por Chiamolera *et al.* (2012) para esta cultivar.

Em decorrência da dificuldade em se encontrar fontes de resistência em feijoeiro-comum à *P. brachyurus*, outras medidas de manejo devem ser empregadas em áreas infestadas visando a redução populacional desse perigoso nematoide. Neste caso o uso de

plantas de cobertura resistentes à *P. brachyurus*, como milheto, crotalárias e aveia preta deve ser preferido no SPD. O uso dessas plantas tem ainda o benefício indireto de aumentar a diversidade da biota antagonista do solo (ABAWI; WIDMER, 2000).

3.5 Conclusão

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que as cultivares de feijoeiro-comum, adaptadas à região centro-oeste, sudeste e à região sul, utilizadas neste trabalho, não apresentam resistência à *P. brachyurus*. Dessa maneira, a busca por materiais resistentes para a inclusão em programas de melhoramento genético visando a resistência à *P. brachyurus* precisa continuar, em virtude das potenciais perdas de rendimento que possam ser causadas pelo nematoide.

Referências

- ABAWI, G.S.; WIDMER, T.S. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. **Applied Soil Ecology**, Stillwater, v. 15, n. 1, p. 37-47, 2000.
- CASTILLO, P.; VOVLAS, N. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management. Leiden: Koninklijke Brill NV, 2007.529p.
- CARVALHO, M.A.C.; ATHAYDE, M.L.F.; SORATTO, R.P.; ALVES, M.C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.11, p. 1141-1148, 2004.
- CHIAMOLERA, F.M.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; SOUTO, E.R.; BIELA, F.; CUNHA, T.P.L.; SANTANA, S.M.; PUERARI, H.H. Suscetibilidade de culturas de inverno a *Pratylenchus brachyurus* e atividade sobre a população do nematoide na cultura do milho. **Nematropica**, Florida, v. 42, n. 2, p. 267-275, 2012.
- COBUCCI, T.; PORTELA, C.M.O. O manejo de herbicidas no sistema santa fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Eds.). **Integração Lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 443-458.
- COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. (A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent: State Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77p.

DI VITO, M.; GRECO, N.; CARELLA, A. Effect of *Meloidogyne incognita* and importance of the inoculum on the yield of eggplant. **Journal of Nematology**, Urbana, v. 18, n.4, p. 487-490, 1986.

EMBRAPA (2011) **BRS Campeiro**: Nova Cultivar de Feijoeiro Comum de Grão Preto, indicada para o Sul do Brasil <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/comt_62ID-1Y8Y4hurA4.pdf> accessed in February 15th 2012.

FALEIRO, V.O.; LOBO JUNIOR, M. Fitonematoides associados à cultura do feijoeiro comum cultivado em áreas de Cerrado. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, p.292, 2007. Resumo.

FERRAZ, L.C.C.B.O nematóide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 95, n. 5, p. 23-27, 2006.

FERREIRA, A.D.; ROCHA, M.R.; BARBOSA, K.A.G.; ALVES, T.G.; FERREIRA, C.S.; LOBO JUNIOR, M.; TERAMOTO, A. Reação de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao nematoide das lesões radiculares. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n.4, p. 312, 2009. Resumo.

FUNDAÇÃO MT. **Boletim de Pesquisa da soja**, n. 15, 492 p., 2011.

HOOPER, D.J. Extraction of free-living stages from soil. In: SOUTHEY, J.F. (Ed.). **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes**. London, UK, Her Majesty's Stationery Office, 1986. p. 5-30.

INOMOTO, M.M.; ASMUS, G.L. Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 94, n.8, p. 1022-1025, 2010.

INOMOTO, M.M.; GOULART, A.M.C.; MACHADO, A.C.Z.; MONTEIRO, A.R. Effect of population densities of *Pratylenchus brachyurus* on the growth of cotton plants. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 192-196, 2001.

INOMOTO, M.M.; MACHADO, A.C.Z.; ANTEDOMENICO, S.R. Reação de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* à *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n.4, p. 341-344, 2007.

KHAN, F.A. Multiplication rates of *Pratylenchus brachyurus* in some vegetable crops in northern Nigeria. **Crop Protection**, Fayetteville, v. 11, n.2, p. 127-130, 1992.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M. Principais problemas da cultura do feijão no Brasil. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Eds). **Feijão: Estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV. 2007.p. 53-102.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P.; COSTA, J.L.S.; SILVA, J.G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O.; MAGNABOSCO, C.U. **Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2001. 8p.

MACHADO, A.C.Z.; FERRAZ, L.C.C.B; INOMOTO, M.M. Pathogenicity of *Pratylenchus brachyurus* on cotton plants. **The Journal of Cotton Science**, Baton Rouge, v. 16, p.268-271, 2012.

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**, Brasília, v. 31, n.1, p. 11-16, 2006.

LOWE, T.; CORBET, D.C.M. Aspects of the biology of *Pratylenchus brachyurus* and *P. zaeae*. **Nematologica**, Leiden, v. 22, n. 2, p. 202-211, 1976.

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

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, <<http://www.R-project.org>> 2008.

SALTON, J.C.; HERNANI, L.C. Tecnologias para a melhoria da competitividade da soja: mais com menos – Rotação de culturas. **Boletim de pesquisa da soja**, Rondonópolis, v. 15, p. 329-335, 2010.

SILVA, L.J. **laercio**: Duncan test, Tukey test and Scott-Knott test. R package version 1.0-1. <<http://CRAN.R-project.org/package=laercio>> Acesso em: 5 maio 2010.

SILVA, R.A.; PEREIRA, L.C. Efeitos de densidades populacionais de *Pratylenchus brachyurus* na produtividade de duas cultivares de soja em condições de campo. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 27, n. 2, p.268, 2003.

SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.; GOMES, A.C.; BORGES, D.C.; ASMUS, G.L.; INOMOTO, M.M. Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no estado do Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 337, 2004.

SINGH, S.P.; SCHWARTZ, H.F. Review: breeding common bean to insect pests and nematodes. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 91, n.6, p. 239-250, 2011.

VENABLES, W.N.; RIPLEY, B.D. **Modern Applied Statistics with S**. 4th ed. New York: Springer, 2002. 497p.

YOKOYAMA, L.P.; DEL PELOSO, M.J.; DI STEFANO, J.G.; YOKOYAMA, M. Nível de aceitabilidade da cultivar de feijão “Pérola”: avaliação preliminar. EMBRAPA Arroz & Feijão. **Documentos**, Goiânia, v.98, 20 p., 1999.

4 REAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO-COMUM A *MELOIDOGYNE INCOGNITA* e *MELOIDOGYNE JAVANICA*

Resumo

Meloidogyne incognita e *M. javanica* são espécies bastante daninhas ao feijoeiro-comum. Apesar disso, o *status* hospedeiro da maioria das cultivares comercializadas atualmente no Brasil é desconhecido. Dessa maneira, o presente trabalho objetivou avaliar a reação de cultivares comerciais de feijoeiro-comum a *M. incognita* e *M. javanica*. Os testes de resistência foram realizados com 35 cultivares. Três experimentos foram realizados para cada espécie de nematoide. Nos primeiros experimentos, as cultivares foram selecionadas de acordo com o seu hábito de crescimento (ereto ou semi-ereto). Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. A unidade experimental correspondeu à uma planta por recipiente com 1L de capacidade, contendo 800 mL de solo autoclavado. A população inicial (Pi) foi de 300 nematoides (ovos+J2)/parcela experimental. A avaliação foi realizada em um intervalo que variou entre 60 e 68 dias após a inoculação (DAI). As variáveis analisadas foram população final (Pf), nematoides/g de raiz (Nem./g) e fator de reprodução ($FR = Pf/Pi$). As variáveis Nem./g e FR foram submetidas à análise de variância e em seguida suas médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ($P=0,05$). As cultivares com $FR \geq 1$ foram classificadas como suscetíveis e aquelas com $FR < 1$ como resistentes. Todas as cultivares testadas para *M. incognita* foram suscetíveis (FR de 1,21 a 31,58). O FR das cultivares testadas para *M. javanica* variaram de 0,90 a 54,95. A cultivar BRS Requite foi única que apresentou reação de resistência para *M. javanica*. Assim, em áreas infestadas com essa espécie, recomenda-se o manejo com BRS Requite, em sucessão ou em rotação. Diante da escassez de resistência em cultivares comerciais para os nematoides-das-galhas, adverte-se que, mesmo com material resistente disponível, outras medidas de manejo sejam empregadas em áreas infestadas.

Palavras – chave: Nematoides das galhas radiculares; Resistência; Cultivares

Abstract

Meloidogyne incognita and *M. javanica* are very damaging species to common bean. However, the host status of current Brazilian commercial cultivars is unknown. Thus, the present work aimed to evaluate the host status of common bean cultivars to *M. incognita* and *M. javanica*. The resistance tests were made with 35 cultivars. Three experiments for each nematode species were set up in a completely randomized design with six replications. In the first experiments, the cultivars were selected according to its growth habit (upright or semi-erect). The experimental unit was composed by one plant for each 1L plastic pot filled with 800 mL of autoclaved soil. The initial population (Pi) was 300 nematodes (eggs+J2) for each experimental unit. The experimental period ranged from 60 to 68 days after the inoculation (DAI). The variables analysed were final population (Pf), nematodes/g of roots (Nem./g) and reproduction factor ($FR = Pf/Pi$). The variables Nem./g and FR were submitted to analysis of variance (ANOVA) and their means were compared by the Tukey Test ($P=0.05$). The cultivars with $FR \geq 1$ were classified as susceptible and those with $FR < 1$ as resistant. All the cultivars tested for *M. incognita* were susceptible (FR from 1.21 to 31.58). The FR of cultivars evaluated for *M. javanica* ranged from 0.90 to 54.95. BRS Requite was the only one that showed resistant reaction to *M. javanica*. Therefore, in the management of infested areas, the use of that cultivar is recommended in rotation or succession. Considering the lack of resistant cultivars to root-knot nematodes, it is warned that, even with availability of resistant cultivars, other management measures must be employed.

Keywords: Root-knot nematodes; Resistance; Cultivars

4.1 Introdução

Os nematoides das galhas, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*, são os mais daninhos ao feijoeiro-comum, e bastantes distribuídos mundialmente (SIKORA, GRECO; SILVA, 2005). Os danos às raízes, causadas por essas espécies de *Meloidogyne*, se refletem no tamanho das plantas (DI VITO et al., 2004), podendo causar redução na síntese de fotoassimilados (MELAKEBERHAM et al., 1987). Dessa maneira, a produção fica comprometida devido à diminuição do número de vagens e massa dos grãos (FREIRE; FERRAZ, 1977). Essas espécies de nematoide das galhas alteram o metabolismo da planta, que pode se tornar suscetível a fatores de estresses bióticos e abióticos (ABAWI; MULLIN; MAI et al., 2005).

Há registros de perdas de rendimento da ordem de 50 à 90% causadas por *Meloidogyne* spp. em feijoeiro-comum (AGUDELO et al., 1980; DUTRA; CAMPOS, 2003; FERRAZ, 2005). Adicionalmente, a cultura é cultivada com frequência em rotação ou em sucessão com outras, como a soja e o algodão. Assim, além dos danos diretos ao feijoeiro-comum, o

aumento populacional de *M. incognita* e de *M. javanica* podem prejudicar as culturas cultivadas em sequência. Desse modo, a procura por cultivares de feijoeiro-comum resistentes ao nematoide das galhas é imprescindível.

Na literatura, há relatos de resistência ao nematoide das galhas em feijoeiro-comum. Entretanto, as fontes de resistência encontradas, via de regra, não levam em consideração o aumento populacional ou fator de reprodução [$FR = P_f$ (população final)/ P_i (população inicial)] de *Meloidogyne* spp. para a classificação de cultivares como resistentes ou suscetíveis. Esses trabalhos, em geral, consideram número de fêmeas por sistema radicular (FASSULIOTIS; DEAKIN; HOFFMAN, 1970), número de galhas (FASSULIOTIS; DEAKIN; HOFFMAN, 1970), número de massas de ovos (OMWEGA; THOMASON; ROERTS, 1990; CARNEIRO; FERRAZ; REGAZZI, 1992), uma combinação entre número de galhas e massas de ovos (MULLIN et al., 1991), porcentagem de redução do fator de reprodução (MOURA; RÉGIS, 1987; SANTOS et al., 2012), ou ainda utilização de escalas de nota baseadas em número de ovos/g de raiz para a determinação de resistência (FERREIRA et al., 2010; FERREIRA et al., 2012). Alguns genes de resistência à *M. incognita* raça 1, *M. javanica* e *M. arenaria*, já foram encontrados em linhagens oriundas do México, como o gene *Me1* (linhagens A445 e A315) (OMWEGA; THOMASON; ROBERTS, 1990a) e os *Me2me3* (linhagem PI 165426, oriunda dos Estados Unidos) (OMWEGA; ROBERTS, 1991) utilizando uma escala padronizada de índice de massas de ovos. Nesses trabalhos, foram encontrados genótipos com elevada resistência (número de massas de ovos por sistema radicular = 0) e alguns com número de massas de ovos por sistema radicular entre 1 e 5). As linhagens PI 165426 e Alabama nº1 foram relatadas como fontes de resistência às raças 2, 3 e 4 de *M. incognita* (OMWEGA et al., 1989). Baida et al. (2011) também encontraram fontes de resistência à *M. incognita* em linhagens feijoeiro-comum, porém tais autores utilizaram o FR como parâmetro para avaliação de resistência.

Sikora, Greco & Silva (2005) relataram que em muitos casos, as técnicas utilizadas para a realização de testes de resistência levam à uma interpretação errônea dos resultados, apresentando falhas na produção de boas fontes de resistência para programas de melhoramento.

A obtenção de fontes de resistência em cultivares usadas comercialmente é a forma mais desejada para emprego em programas de melhoramento devido à maior rapidez e facilidade de introgressão de tais genes de resistência em cultivares similares suscetíveis em uso comercial (COOK; STARR, 2006). Para algumas cultivares brasileiras, a resistência a *M. incognita* tem mostrado resultados conflitantes. Sabe-se que essa divergência de resultados

tem grande influência da alta variabilidade genética de *M. incognita*. Para *M. javanica*, há poucos trabalhos buscando identificar fontes de resistência em cultivares brasileiras, quando se considera a relação Pf/Pi (BAIDA et al. 2010; BAIDA et al. 2011).

Em virtude do exposto acima, o presente trabalho teve o objetivo de testar cultivares de feijoeiro-comum quanto à resistência a *Meloidogyne incognita* e a *Meloidogyne javanica*, utilizando o critério de $FR = Pf/Pi$, segundo o conceito de resistência de Trudgill (1991).

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Experimentos com *Meloidogyne incognita*

No primeiro experimento (Experimento 1) com *M. incognita*, realizado entre os meses de Janeiro e Março de 2011, utilizou-se 18 cultivares de feijoeiro-comum, sendo 14 de porte semi-ereto: 'IPR Saracura', 'BRS Grafite', 'Diamante Negro', 'IPR Siriri', 'Carioca', 'Rio Tibagi', 'BRS Requite', 'Serro Azul Brilhante', 'Aporé', 'Pérola', 'BRS Vereda', 'Jalo Precoce', 'BRS Pontal', 'Serro Azul Fosco'; 4 de porte ereto: 'BRS Pitanga', IAPAR 31, IAPAR 44, FT Nativo; 2 padrões de suscetibilidade: milho 'DKB 330' e algodão 'Fibermex 966'.

Após assepsia em hipoclorito 0,5%, sementes do algodão 'Fibermex 966' e do milho 'DKB 330' foram semeadas em rolo de papel e mantidas em B.O.D. a temperatura de 28°C. Após quatro dias de incubação as plântulas obtidas foram transplantadas para sacos de 1L de capacidade, contendo cerca de 800 mL de solo autoclavado. Após dois dias do transplante dos padrões de suscetibilidade, as sementes de cada cultivar de feijoeiro-comum foram semeadas em rolo de papel e mantidas em B.O.D. a temperatura de 28°C. Após quatro dias de incubação, as plântulas obtidas foram transplantadas para sacos plásticos sob as mesmas condições dos padrões de suscetibilidade. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 20 tratamentos e 6 repetições.

Raízes de algodão inoculadas com *M. incognita* foram lavadas e processadas pelo método do liquidificador, seguida pela passagem da suspensão em peneiras de 60, 200 e 500 mesh. As suspensões de nematoides (ovos e juvenis J2), provenientes do processamento foram recolhidos em béckeres de 500 mL e calibradas em lâmina de Peters para a concentração de 150 espécimes/mL.

Foram realizados dois orifícios, um de 4 cm e outro de 2 cm, na superfície do solo de cada uma das parcelas experimentais e, após 4 dias do transplante das sementes de feijão e de milho e 9 dias após o plantio das sementes de algodão, todas as plantas foram inoculadas com

uma população inicial ($P_1 = 300$ ovos + juvenis J2). Com o auxílio de uma pipeta automática procedeu-se a inoculação de 1 mL da suspensão em cada um dos orifícios, que posteriormente foram cobertos com vermiculita.

No segundo experimento, realizado entre os meses de janeiro e março de 2012, utilizou-se 20 cultivares de feijoeiro-comum de porte ereto: BRS Valente, BRS Radiante, IAPAR 81, IPR Juriti, IPR Tangará, IPR Uirapuru, IPR Graúna, IPR Chopim, IPR Tiziu, IPR Gralha, BRS Campeiro, BRS Xamego, BRS Esplendor, BRS Agreste, BRS Estilo, IPR Corujinha, IPR 139, IPR Tuiuiú, FT Soberano e IAC Diplomata. Os padrões de suscetibilidade foram: milho 'DKB 330' e algodão 'Fibermex 966'.

Após assepsia em hipoclorito 0,5%, sementes do algodão 'Fibermex 966' e de feijão foram semeadas em rolo de papel e mantidas em B.O.D. a temperatura de 28°C. Simultaneamente, sementes do padrão de suscetibilidade milho 'DKB 330', foram semeadas diretamente nas parcelas experimentais. Após quatro dias de incubação as plântulas obtidas foram transplantadas para sacos de 1L de capacidade, contendo cerca de 800 mL de solo autoclavado. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 22 tratamentos e 6 repetições.

Raízes de tomate cv. Santa Clara', inoculadas com *M. incognita* foram lavadas e processadas pelo método do liquidificador, seguida pela passagem da suspensão em peneiras de 60, 200 e 500 mesh. As suspensões de nematoides (ovos e juvenis J2), provenientes do processamento foram recolhidos em béckeres de 500 mL e calibradas em lâmina de Peters para a concentração de 150 espécimes/mL.

O terceiro experimento, realizado entre os meses de novembro de 2012 e janeiro de 2013, consistiu da seleção das três cultivares que apresentaram os menores FR em cada um dos dois experimento anteriores. Selecionou-se também a cultivar que apresentou o maior FR em cada um desses experimentos. Os tratamentos corresponderam as seguintes cultivares: IPR Saracura, BRS Grafite, Diamante Negro, IPR Corujinha, IAPAR 81, BRS Esplendor, FT Nativo e BRS Radiante.

Após assepsia em hipoclorito 0,5%, sementes as sementes de feijão foram semeadas em rolo de papel e mantidas em B.O.D. a temperatura de 28°C. Após três dias, as plântulas obtidas foram transplantadas para vasos de 1L de capacidade, contendo cerca de 800 mL de solo autoclavado. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 8 tratamentos e 6 repetições.

Raízes de cenoura, inoculadas com *M. incognita* foram lavadas e processadas pelo método do liquidificador, seguida pela passagem da suspensão em peneiras de 60, 200 e 500

mesh. As suspensões de nematoides (ovos e juvenis J2), provenientes do processamento foram recolhidos em béckeres e calibradas em lâmina de Peters para a concentração de 150 espécimes/mL. Treze dias após o transplante (16 dias de idade), todas as plantas foram inoculadas com uma $Pi = 300$ (ovos + J2) por meio do mesmo procedimento utilizado nos experimentos anteriores.

As plantas foram regadas diariamente e adubadas uma vez, pela aplicação de 5 ml de uma solução nutritiva contendo 0,1 g/ml de NPK e micronutrientes (20 % N, 10% P_2O_5 , 20% K_2O , 0.05% B, 0.005% Co, 0.05% Cu, 0.2% Fe, 0.05% Mn, 0.005% Mo e 0.1% Zn). As temperaturas foram obtidas por meio de um registrador automático TagTemp® (Novus Automation) localizado na superfície do solo de uma parcela experimental. O registrador foi configurado para coletar a temperatura em um intervalo de 15 minutos. Ao final do experimento obteve-se a média das temperaturas no período experimental.

As temperaturas mínimas dos experimentos 1, 2 e 3 foram 17,3°C, 19,9°C e 21,84°C, as temperaturas máximas foram, respectivamente, 30,6°C, 38,66°C e 38,03°C.

O corte da parte aérea das plantas foi realizado após 68 dias da inoculação (DAI) no experimento 1, aos 60 DAI no experimento 2 e aos 62 DAI no experimento 3. As raízes de cada cultivar foram lavadas com água corrente, secas, cortadas em pequenos pedaços, homogeneizadas, pesadas, colocadas em sacos plásticos e acondicionadas em geladeira até o momento do processamento.

Os nematoides foram extraídos pelo método do liquidificador, seguida pela passagem da suspensão em peneiras de 60 e 500 mesh, e flutuação centrífuga em solução de sacarose (COOLEN; D'HERDE, 1972). A suspensão de nematoides, proveniente do processamento foi recolhida em recipientes de vidro. O volume da suspensão de cada recipiente foi padronizada para 10 mL, de onde se retirou uma alíquota de 1 mL para contagem em lâmina de Peters. As variáveis população final (Pf), nematoides por grama de raízes (Nem./g) e fator de reprodução (FR) foram obtidas para cada parcela. A média de cada uma dessas variáveis foi calculada para cada tratamento. As cultivares que apresentaram $FR \geq 1$ foram consideradas suscetíveis, enquanto que aquelas com $FR \leq 1$ foram consideradas resistentes, como proposto por Oostenbrink (1966).

Após a realização da análise de variância (ANAVA), do teste de normalidade dos resíduos (Teste de Shapiro-Wilk) e de homogeneidade de variâncias (Teste de Bartlett), os dados foram transformados pela elevação à potencia máxima de Box-Cox (VENABLES; RIPLEY, 2002), quando necessário, e submetidos ao Teste de Tukey à 5% de probabilidade

(SILVA, 2010) com o auxílio do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

A população de *M. incognita* utilizada nos experimentos do presente trabalho foi coletada em área de algodão na cidade de Campo Verde/MT no ano de 2001. Desde então essa população vem sendo cultivada alternadamente em algodão, tomate e cenoura. Essa população foi submetida ao teste de raças de *M. incognita*, por meio da utilização de algumas espécies vegetais propostas por Taylor & Sasser (1978).

4.2.2 Experimentos com *Meloidogyne javanica*

No experimento 1 utilizou-se 20 cultivares de feijoeiro-comum de porte ereto: BRS Valente, BRS Radiante, IAPAR 81, IPR Juriti, IPR Tangará, IPR Uirapuru, IPR Graúna, IPR Chopim, IPR Tiziu, IPR Gralha, BRS Campeiro, BRS Xamego, BRS Esplendor, BRS Agreste, BRS Estilo, IPR Corujinha, IPR 139, IPR Tuiuiú, FT Soberano e IAC Diplomata. O padrão de suscetibilidade foi soja ‘Pintado’.

Após assepsia em hipoclorito 0,5%, sementes da soja ‘Pintado’ e de feijão foram semeadas em rolo de papel e mantidas em B.O.D. a temperatura de 28°C. Após três dias, as plântulas obtidas foram transplantadas para sacos de 1L de capacidade, contendo cerca de 800 mL de solo autoclavado. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 22 tratamentos e 6 repetições.

Raízes de soja ‘Pintado’, inoculadas com *M. javanica* foram lavadas e processadas pelo método do liquidificador, seguida pela passagem da suspensão em peneiras de 60, 200 e 500 mesh. As suspensões de nematoides (ovos e juvenis J2), provenientes do processamento foram recolhidos em béckers de 500 mL e calibradas em lâmina de Peters para a concentração de 150 espécimes/mL. A inoculação foi realizada aos 7 dias após o transplante (DAT), quando as plantas estavam com 10 dias de idade. Foram realizados dois orifícios no solo onde foram colocados 1 mL da suspensão de *M. javanica* em cada um, de forma que população inicial fosse 300 espécimes/mL.

No segundo experimento, selecionou-se as 5 cultivares que apresentaram os menores FR no experimento anterior e a cultivar que apresentou o maior FR. Os tratamentos corresponderam as seguintes cultivares: BRS Campeiro, BRS Agreste, IPR Graúna, IPR Gralha, IPR Corujinha e IPR Tuiuiú.

Após assepsia em hipoclorito 0,5%, as sementes de feijão foram semeadas em rolo de papel e mantidas em B.O.D. a temperatura de 28°C. Após três dias, as plântulas obtidas foram transplantadas para vasos de 1L de capacidade, contendo cerca de 800 mL de solo autoclavado. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 6 repetições.

Raízes de soja ‘Pintado’, inoculadas com *M. javanica* foram lavadas e processadas pelo método do liquidificador, seguida pela passagem da suspensão em peneiras de 60, 200 e 500 mesh. As suspensões de nematoides (ovos e juvenis J2), provenientes do processamento foram recolhidos em béckers de 500 mL e calibradas em lâmina de Peters para a concentração de 150 espécimes/mL. A inoculação foi realizada aos 11 dias após o transplante

(DAT), quando as plantas estavam com 14 dias de idade. Foram realizados dois orifícios no solo onde foram colocados 1 ml da suspensão de *M. javanica* em cada um, de forma que a população inicial fosse de 300 espécimes/mL.

No experimento, 3 utilizaram-se 14 cultivares de feijoeiro-comum: BRS Grafite, BRS Vereda, Jalo Precoce, BRS Requite, Pérola, BRS Pitanga, BRS Pontal, Rio Tibagi, IAPAR 44, IAPAR 31, IPR Siriri, IPR Saracura, FT Nativo, Carioca. O padrão de suscetibilidade foi soja 'Pintado'.

Após assepsia em hipoclorito 0,5%, sementes da soja 'Pintado' e de feijão foram semeadas em rolo de papel e mantidas em B.O.D. a temperatura de 28°C. Após três dias, as plântulas obtidas foram transplantadas para vasos de 1L de capacidade, contendo cerca de 800 mL de solo autoclavado. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 15 tratamentos e 6 repetições.

Raízes de soja 'Pintado', inoculadas com *M. javanica* foram lavadas e processadas pelo método do liquidificador, seguida pela passagem da suspensão em peneiras de 60, 200 e 500 mesh. As suspensões de nematoides (ovos e juvenis J2), provenientes do processamento foram recolhidos em béckers de 500 mL e calibradas em lâmina de Peters para a concentração de 150 espécimes/mL. A inoculação foi realizada aos 11 dias após o transplante (DAT), quando as plantas estavam com 14 dias de idade. Foram realizados dois orifícios no solo onde foram colocados 1 ml da suspensão de *M. javanica* em cada um, de forma que população inicial fosse 300 espécimes/mL.

As plantas foram regadas diariamente e adubadas uma vez, pela aplicação de 5 ml de uma solução nutritiva contendo 0,1 g/ml de NPK e micronutrientes (20 % N, 10% P₂O₅, 20% K₂O, 0.05% B, 0.005% Co, 0.05% Cu, 0.2% Fe, 0.05% Mn, 0.005% Mo e 0.1% Zn). As temperaturas foram obtidas por meio de um registrador automático TagTemp® (Novus Automation) localizado na superfície do solo de uma parcela experimental. O registrador foi configurado para coletar a temperatura em um intervalo de 15 minutos. Ao final do experimento obteve-se a média das temperaturas no período experimental.

As temperaturas mínimas dos experimentos 1, 2 e 3 foram, respectivamente 18,73°C, 19,63°C e 13,97°C, as temperaturas máximas foram 36,93°C, 40,95°C e 23,67°C, respectivamente.

O corte da parte aérea das plantas nos experimentos 1 e 3 foram realizados aos 60 DAI e aos 62 DAI, no experimento 2. As raízes de cada cultivar foram lavadas com água corrente, secas, cortadas em pequenos pedaços, homogeneizadas, pesadas, colocadas em sacos plásticos e acondicionadas em geladeira até o momento do processamento.

Os nematoides foram extraídos pelo método do liquidificador, seguida pela passagem da suspensão em peneiras de 60 e 500 mesh, e flutuação centrífuga em solução de sacarose (Coolen e D’Herde, 1972). A suspensão de nematoides, proveniente do processamento foi recolhida em recipientes de vidro. O volume da suspensão de cada recipiente foi padronizada para 10 mL, de onde se retirou uma alíquota de 1 mL para contagem em lâmina de Peters.

As variáveis população final (Pf), nematoides por grama de raízes (Nem./g) e fator de reprodução (FR) foram obtidas para cada parcela. A média de cada uma dessas variáveis foi calculada para cada tratamento. As cultivares que apresentaram $FR \geq 1$ foram consideradas suscetíveis, enquanto que aquelas com $FR \leq 1$ foram consideradas resistentes, como proposto por Oostenbrink (1966).

Após a realização da análise de variância (ANOVA), do teste de normalidade dos resíduos (Teste de Shapiro-Wilk) e de homogeneidade de variâncias (Teste de Bartlett), os dados do experimento 1 foram transformados pela elevação à potencia máxima de Box-Cox (Venables & Ripley, 2002), quando necessário, e submetidos ao Teste de Tukey à 5% de probabilidade (Silva, 2010) com o auxílio do programa estatístico R (R Development Core Team, 2008).

4.3 Resultados

4.3.1 Experimentos com *Meloidogyne incognita*

As espécies vegetais utilizadas e os seus respectivos números de galhas e massas de ovos são apresentados a seguir: Algodão ‘Fibermex 966’ (>100), Tomate ‘Rutgers’ (>100), Melancia ‘Crimson Sweet’ (>100) e Fumo ‘NC 95’ (0). A partir desses resultados concluiu-se que a população de *M. incognita* utilizada pertence a raça 3.

No experimento 1 (Tabela 15), todas as cultivares testadas apresentaram $FR \geq 1$ (FR de 4,02 à 52,74). As cultivares que apresentaram menor FR foi IPR Saracura (FR=4,02), BRS Grafite (FR=4,97) e Diamante Negro (FR=5,76). Com relação à variável Nem./g, a cultivar BRS Grafite apresentou o menor valor (70), seguida por Diamante Negro (90) e por IPR Saracura (95). As cultivares que apresentaram os maiores FR e Nem./g foram FT Nativo (FR=52,74; Nem./g=749) e SAF (FR=38,21; Nem./g=541). A cultivar Pérola, bastante plantada no Brasil, apresentou reação intermediária quando comparada às demais cultivares (FR=16,74). A análise estatística dos FR deste experimento (Tabela 1) sugerem a formação de três grupos diferentes: o primeiro, formado por FT Nativo; o segundo, formado por SAF, BRS Pontal, IAPAR 44, Jalo Precoces, BRS Vereda, Pérola, Aporé, SAB, IAPAR 31, BRS

Requinte, Rio Tibagi e Carioca; e o terceiro formado por BRS Pitanga, IPR Siriri, Diamante Negro, BRS Grafite e IPR Saracura.

No experimento 2 (Tabela 16), todas as cultivares também apresentaram reação de suscetibilidade à *M. incognita* (FR de 5,86 à 31,58). As cultivares que apresentaram menor FR foram IPR Corujinha (FR=5,86) e IAPAR 81 (FR=7,47). Com relação à Nem./g as cultivares IPR Corujinha (Nem./g=158), IPR Tuiuiú (Nem./g=193) e IPR 139 (Nem./g=196) apresentaram os menores valores. Os maiores valores de FR foram observados nas cultivares IPR Gralha (FR=31,58), BRS Radiante (FR=29,95), IPR Tiziu (FR=29,73), BRS Agreste (FR= 29,04) e IPR Uirapuru (FR=28,46). Para Nem./g os maiores valores foram para BRS Radiante (Nem./g=983), IPR Gralha (Nem./g=567), IPR Tangará (Nem./g=564) e IAC Diplomata (Nem./g=558). Neste experimento não se observou a formação de grupos distintos entre os FR das cultivares. Dessa maneira, não foi possível separar as cultivares com base nesta variável. Entretanto, ao se analisar a variável Nem./g, essa distinção é possível.

Sendo assim, observou-se a formação de três grupos. O primeiro grupo constituiu-se das cultivares com menores Nem./g: BRS Xamego, FT Soberano, IPR Juriti, BRS Esplendor, IPR 139, IPR Tuiuiú e IPR Corujinha; o segundo foi formado por cultivares com valores intermediários: IPR Gralha, IPR Tangará, IAC Diplomata, BRS Agreste IPR Uirapuru, IPR Tiziu, IPR Graúna, BRS Valente, BRS Estilo IPR Chopim, IAPAR 81 e BRS Campeiro; e o terceiro foi formado pela cultivar BRS Radiante, que apresentou o maior valor de Nem./g. No experimento 3 (Tabela 17), as cultivares BRS Grafite e BRS Esplendor agruparam-se em um grupo distinto da cultivar BRS Radiante, que apresentou o maior FR neste experimento e no experimento 2. As demais cultivares localizaram-se em um grupo intermediário.

Com relação à Nem./g, BRS Grafite e BRS Esplendor apresentaram os menores valores de Nem./g (95 e 114, respectivamente); dois grupos intermediários foram formados por FT Nativo e IAPAR 81, e Diamante Negro e IPR Corujinha; IPR Saracura e BRS Radiante apresentaram os maiores valores (875 e 599, respectivamente).

4.3.2 Experimentos com *Meloidogyne javanica*

Somente a cultivar BRS Requinte apresentou reação de resistência a *M. javanica*.

Todas as cultivares de feijoeiro-comum apresentaram reação de suscetibilidade a *M. javanica*. No experimento 1 (Tabela 18), o FR variou entre 3,82 à 21,43. A cultivar BRS Campeiro foi a que apresentou o menor FR. A cultivar IPR Graúna, BRS Agreste e BRS Campeiro diferiram estatisticamente de IPR Tuiuiú, a qual apresentou FR superior ao padrão

de suscetibilidade (Soja ‘Pintado’). As demais cultivares apresentaram FR intermediários. Com relação ao Nem./g, não houve diferença significativa entre as cultivares. No entanto, todas as cultivares apresentaram médias de Nem./g superiores à da soja ‘Pintado’. As seguintes cultivares diferiram estatisticamente da soja ‘Pintado’: BRS Agreste, FT Soberano, IPR Tiziu, IAPAR 81, IPR 139, IAC Diplomata, IPR Tangará, BRS Valente e IPR Tuiuiú.

No experimento 2 (Tabela 19), as cultivares com menor FR selecionadas apresentaram a mesma reação do experimento anterior. No entanto, ao contrário do experimento 1, IPR Tuiuiú não diferiu estatisticamente das demais cultivares, com relação à FR e Nem./g.

No experimento 3, as cultivares que apresentaram os menores FR foram BRS Requite, BRS Pontal e IAPAR 44 (Tabela 20). Jalo Precoce apresentou o maior FR, diferindo de BRS Pitanga, BRS Grafite, IPR Siriri, IAPAR 44, BRS Pontal e BRS Requite. A cultivar Pérola, bastante plantada no Brasil, apresentou FR elevado, não diferindo estatisticamente de Jalo Precoce.

Em todos os experimentos poucas galhas foram observadas nas raízes das cultivares. A presença de poucas galhas é consequência da utilização de uma população inicial relativamente baixa, como evidenciado também em DI VITO; PARISI; CATALANO (2007).

Tabela 15 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum a *Meloidogyne incognita* aos 68 DAI

Tratamentos	Pf	Nem./g	FR	Reação
IPR Saracura	1206 cd	95 cde	4,02 cd	S
BRS Grafite	1491 cd	70 cde	4,97 cd	S
D. Negro	1729 cd	90 cde	5,76 cd	S
IPR Siriri	2238 bcd	174 abcde	7,46 bcd	S
Carioca	2272 bcd	156 abcde	7,57 abcd	S
BRS Pitanga*	2879 bcd	159 bcde	9,6 bcd	S
Rio Tibagi	3197 abcd	172 abcde	10,66 abcd	S
BRS Requite	3343 abcd	118 abcde	11,14 abcd	S
IAPAR 31*	3885 abcd	182 abcde	12,95 abcd	S
SAB	4136 abcd	193 abcde	13,79 abcd	S
Aporé	4329 abcd	272 abcd	14,43 abcd	S
Pérola	5022 abcd	294 abcde	16,74 abcd	S
BRS Vereda	5602 abcd	385 abcde	18,67 abcd	S
Jalo Precoce	5116 abcd	233abcde	22,25 abcd	S
IAPAR 44*	7504 abc	365 abc	25,01 abc	S
BRS Pontal	6979 abcd	337 abcde	25,42 abcd	S
SAF	11463 ab	541 ab	38,21 ab	S
FT Nativo*	15822 a	749 a	52,74 a	S
Fibermax 966	2608 d	120 de	8,69 d	Padrão
DKB 330	1620 cd	34 e	5,40 cd	Padrão

* Cultivares de porte ereto; médias de seis repetições; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$).

Tabela 16 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à *Meloidogyne incognita* aos 60 DAI (cultivares de porte ereto)

Tratamentos	Pf	Nem./g	FR	Reação
IPR Corujinha	1758 ab	158 bc	5,86 ab	S
IAPAR 81	2242ab	284 abc	7,47 ab	S
BRS Esplendor	2444 ab	215 bc	8,15 ab	S
BRS Estilo	2718 ab	326 abc	9,06 ab	S
IPR Tuiuiú	3203 ab	193 bc	10,68 ab	S
IPR 139	3671 ab	196 bc	12,24 ab	S
BRS Campeiro	4601 ab	277 abc	15,34 ab	S
BRS Xamego	4643 ab	287 bc	15,48 ab	S
IPR Chopim	5374 a	305 abc	17,91 a	S
IPR Juriti	5408 ab	231 bc	18,03 ab	S
FT Soberano	5454 ab	286 bc	18,18 ab	S
BRS Valente	5505 a	358 abc	18,35 a	S
IPR Graúna	6140 a	362 abc	20,47 a	S
IAC Diplomata	6555 a	558 ab	21,85 a	S
IPR Tangará	7712 a	564 ab	25,71 a	S
IPR Uirapuru	8537 a	478 ab	28,46 a	S
BRS Agreste	8711 a	485 ab	29,04 a	S
IPR Tiziu	8918 a	458 abc	29,73 a	S
BRS Radiante	8985 a	983 a	29,95 a	S
IPR Gralha	9476 a	567 ab	31,58 a	S
Milho ‘DKB 330’	811 b	12 d	2,70 b	Padrão
Algodão ‘Fibermex 966’	2414 ab	98 c	8,05 ab	Padrão

Médias de seis repetições; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$).

Tabela 17 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à *Meloidogyne incognita* aos 62 DAI

Tratamentos	Pf	Nem/g	FR	Reação
BRS Grafite	364 b	95 c	1,21 b	S
BRS Esplendor	468 b	114 c	1,56 b	S
FT Nativo	584 ab	197 bc	1,95 ab	S
IAPAR 81	623 ab	186 bc	2,08 ab	S
Diamante Negro	650 ab	277 abc	2,17 ab	S
IPR Corujinha	1218 ab	310 abc	4,06 ab	S
IPR Saracura	2358 ab	875 a	7,86 ab	S
BRS Radiante	3596 a	599 ab	11,99 a	S

Médias de seis repetições; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$).

Tabela 18 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes frescas (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à *Meloidogyne javanica* aos 60 DAI (Cultivares de Porte Ereto)

Tratamentos	Pf	Nem./g	FR	Reação
BRS Campeiro	1147	180 ab	3,82 c	S
BRS Agreste	1298	287 a	4,33 c	S
IPR Graúna	1374	146 ab	4,58 c	S
IPR Gralha	1891	154 ab	6,3 abc	S
IPR Corujinha	2030	176 ab	6,77 abc	S
BRS Estilo	2105	239 ab	7,02 abc	S
IPR Chopim	2113	185 ab	7,04 bc	S
BRS Esplendor	2244	183 ab	7,48 abc	S
FT Soberano	2244	211 a	7,48 abc	S
BRS Xamego	2585	201 ab	8,62 abc	S
IPR Tiziu	2618	230 a	8,73 abc	S
IAPAR 81	2683	297 a	8,94 abc	S
IPR 139	2841	268 a	9,47 abc	S
IPR Juriti	2906	276 ab	9,69 abc	S
IAC Diplomata	3054	338 a	10,18 abc	S
IPR Tangará	3975	374 a	13,25 abc	S
BRS Valente	4659	367 a	15,53 ab	S
IPR Tuiuiú	6430	370 a	21,43 a	S
Soja 'Pintado'	1858	53 b	6,19 bc	Padrão

Médias de seis repetições; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$).

Tabela 19 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raiz (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à *Meloidogyne javanica* aos 62 DAI (Cultivares de Porte Ereto)

Tratamentos	Pf	Nem./g	FR	Reação
IPR Graúna	3160	787 b	10,53 b	S
BRS Campeiro	4756	1042 b	15,85 b	S
BRS Agreste	8008	2242 ab	26,69 ab	S
IPR Corujinha	8218	1205 b	27,39 ab	S
IIPR Gralha	16485	3912 a	54,95 a	S
IPR Tuiuiú	10325	2507 ab	34,42 ab	Padrão

Médias de seis repetições; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$).

4.4 Discussão

4.4.1 Experimentos com *Meloidogyne incognita*

No experimento 1 foi observada reação de suscetibilidade tanto para as cultivares de porte ereto como para as de porte semi-ereto. A cultivar FT nativo, de porte ereto, apresentou-se como a mais favorável à reprodução do nematoide.

Em função da demanda crescente nos últimos anos por plantas de porte ereto, as empresas produtoras de sementes tem voltado seus programas de melhoramento genético para a obtenção de cultivares de fácil colheita mecanizada. Assim, é possível que durante o processo de obtenção da cultivar FT Nativo, a característica porte ereto tenha sido selecionada juntamente com a característica de maior suscetibilidade à *M. incognita*. Outro indício dessa hipótese é que dentre as cultivares de porte ereto testadas neste experimento todas, com exceção da cultivar BRS Pitanga (FR=9,60), apresentaram FR>10 (Tabela 15).

Algumas cultivares de porte semi-ereto também exibiram FR>10, no entanto as cultivares IPR Saracura, BRS Grafite, Diamante Negro, IPR Siriri e Carioca apresentaram valores de FR<10. Estas cultivares, com exceção da ‘Carioca’, foram agrupadas como estatisticamente diferentes de FT Nativo (FR=52,74). É sabido que há uma tendência de se encontrar genes de resistência em acessos mais próximos ao tipo selvagem (COOK; STARR, 2006). Assim, é possível que fontes de resistência à *M. incognita* em feijoeiro-comum sejam mais facilmente encontradas em cultivares pouco melhoradas ou em acessos mais próximos ao tipo selvagem.

Tabela 20 – População final (Pf), número de nematoides por grama de raízes (Nem./g), fator de reprodução (FR) e reação de cultivares de feijoeiro-comum à *Meloidogyne javanica* aos 60 DAI

Cultivares	Pf	Nem./g	FR	Reação
BRS Requite	271	21c	0,90 c	R
BRS Pontal	940	282 b	3,13 bc	S
IAPAR 44	1179	103 b	3,93 bc	S
IPR Siriri	1569	216 ab	5,23 b	S
BRS Grafite	1648	123 b	5,49 b	S
BRS Pitanga	1753	144 b	5,84 bc	S
FT Nativo	1952	144 ab	6,51 ab	S
IPR Saracura	2176	166 ab	7,25 ab	S
BRS Vereda	2819	159 ab	9,40 ab	S
IAPAR 31	2939	274 ab	9,80ab	S
Carioca	3186	228 ab	10,62 ab	S
Pérola	3206	219 ab	10,69 ab	S
Rio Tibagi	3216	167 ab	10,72 ab	S
Jalo Precoce	5462	483 a	18,21 a	S
Soja ‘Pintado’	1970	261ab	6,57 ab	Padrão

Médias de seis repetições; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($P=0,05$).

No experimento 2, realizada com cultivares de porte ereto, todas as cultivares apresentaram FR elevados, com a maioria exibindo FR acima de 10, mostrando a mesma tendência observada no experimento anterior, evidenciando mais uma vez que a característica porte ereto esteja associada com maiores FR.

O agrupamento estatístico de cultivares com menor FR é um indicativo de que o seu uso é mais vantajoso, quando comparado às outras cultivares, em áreas infestadas com *M. incognita*. O resultado da combinação de cultivares que multipliquem menos o nematoide com outras medidas de manejo pode ser melhor quando comparado àqueles obtidos pelo uso de cultivares com maior FR. Dessa forma, em áreas infestadas deve-se preferir a utilização de

IPR Saracura, BRS Grafite, Diamante Negro, IPR Siriri, ou BRS Pitanga, as quais foram agrupadas como menos suscetíveis no experimento 1, com destaque para BRS Grafite que novamente foi classificada como a menos suscetível no experimento 3.

Os resultados do presente estudo foram concordantes com alguns resultados apresentados por Juliatti *et al.* (2010). Esses autores avaliaram o FR e verificaram que as cultivares Pérola, Diamante Negro e Aporé foram suscetíveis às raças 1, 2 e 3, porém foram resistentes à raça 4 de *M. incognita*; Jalo Precoce foi suscetível à todas as raças. No entanto, esses mesmos autores verificaram que IAPAR 31 foi resistente às raças 3 e 4 e que BRS Xamego foi resistente à raça 3, o que não foi confirmado neste trabalho, realizado com a raça 3 de *M. incognita*. Para a cultivar Carioca, estudos anteriores mostraram que essa cultivar é fonte de resistência para nematoides do gênero *Meloidogyne* (ABAWI; MULLIN; MAI in SCHWARTZ *et al.*, 2005), entretanto Carneiro e Ferraz (1992) mostraram que essa cultivar é suscetível a *M. incognita* raça 3, quando se considera a escala de notas de Taylor e Sasser (1978), baseada em índice de massas de ovos. Os resultados de Carneiro e Ferraz (1992) para a cultivar Carioca, confirmam os obtidos no presente trabalho, avaliado por meio do FR.

A expressão de alguns genes de resistência à *M. incognita* em feijoeiro-comum já encontrados na literatura, mostraram ser dependentes da temperatura (OMWEGA, THOMASON; ROBERTS, 1990; OMWEGA; ROBERTS, 1992). As elevadas temperaturas ocorridas no período dos experimentos podem ter contribuído para que nenhuma das cultivares tenham apresentado reação de resistência. A busca por genes de resistência para a inclusão em programas de melhoramento deve continuar, principalmente no sentido de se encontrar genes de resistência que sejam termicamente estáveis, como destacado por Omwega e Roberts (1992) e Di Vito *et al.* (2005). A estreita base genética dos materiais cultivados de *P. vulgaris* no Brasil (predominantemente do centro de domesticação meso-américa) (NORMANN *et al.*, 1995; PIMENTEL *et al.*, 2011) e os poucos relatos de genes de resistência, sugerem que outros genes sejam procurados em outras raças ou grupos (centros de domesticação) da espécie vegetal. A busca de tais genes de resistência em outras espécies do gênero *Phaseolus* figura também como uma alternativa plausível, conforme observado para o gene *Mi* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* (L.) Mill) derivado da espécie *L. peruvianum* (L.) Mill. (SMITH, 1944; ROBERTS; THOMAS, 1986) pertencente ao mesmo gênero. Entretanto, fontes de resistência desta natureza apresentam algumas limitações. Cook & Starr (2006) relataram que genes de resistência oriundas de cultivares antigas ou de espécies selvagens ancestrais são mais difíceis de serem utilizadas em programas de melhoramento, devido à dois fatores principais. O primeiro são as barreiras citogenéticas

entre as duas espécies vegetais; o segundo é a transferência de características genéticas indesejáveis provenientes do genótipo ancestral, que podem ser transmitidas aos descendentes juntas com os genes de resistência.

Três metodologias tem sido utilizadas para a designação do *status* hospedeiro de linhagens de feijoeiro-comum: número de galhas, número de massas de ovos e fator de reprodução. Estas três maneiras de avaliação podem ser empregadas levando-se em consideração diferentes conceitos de resistência. Um conceito de resistência clássico, que ainda hoje é bastante utilizado em trabalhos com nematoides das galhas, é o proposto por Taylor e Sasser (1978), baseado numa escala que atribui uma determinada nota, denominada índice de galhas e massas de ovos, a um intervalo numérico pré-definido de galhas ou de massas de ovos. Outros autores preferem utilizar a avaliação por galhas e massas de ovos, de diferentes maneiras, definindo escalas próprias de avaliação (OMWEGA; THOMASON; ROBERTS, 1990; MULLIN et al., 1991).

No que diz respeito à avaliação por meio do fator de reprodução, também há variações no seu emprego para a determinação de resistência em cultivares de feijoeiro-comum. Alguns autores baseiam-se nesta metodologia para a definição da resistência de maneira comparativa à um padrão altamente suscetível (MOURA; RÉGIS, 1987). Outros, como no caso deste trabalho, utiliza-se do conceito de resistência proposto por Oostenbrink (1966), o qual considera resistente, os genótipos que não permitem a reprodução do nematoide ($FR < 1$).

Essas diferentes metodologias de avaliação apresentam características que as favorecem, sob determinado aspecto, e outras que não são favoráveis, sob determinados pontos de vista.

A avaliação somente por galhas, apesar de incomum na literatura, não traz informações a respeito da reprodução e da viabilidade do nematoide que incitou o sintoma, pois o mecanismo de resistência da planta pode ser ativado após a penetração e a formação da célula nutridora pelo nematoide, impedindo sua eficiência na retirada de nutrientes da célula infectada e a sua reprodução. Além disso, de maneira geral, há evidências de que o número de galhas aumenta de acordo com a população inicial utilizada, até chegar à um patamar no qual o número de galhas permanece estável, devido à coalescência de galhas adjacentes (DI VITO et al., 2007). Assim, dependendo da população inicial utilizada a reação de um determinado genótipo pode variar.

A avaliação por massas de ovos, não obstante trazer informações sobre a viabilidade do nematoide e a funcionalidade da célula nutridora em retirar nutrientes para o parasita, não traz informações sobre a reprodução do nematoide. Além disso, não leva em consideração que

dentro de uma galha, podem estar localizadas várias fêmeas, algumas mais internas, que não serão detectadas no momento da coloração das massas de ovos. Esta forma de avaliação é útil porque, em geral, se a célula nutridora é funcional, danos serão causados à planta parasitada, resultando em prejuízos no crescimento e produção da planta. Sob este ponto de vista, quanto mais massas de ovos, maiores serão os danos ocasionados por *Meloidogyne*.

A avaliação por meio de FR permite o conhecimento da reprodução de *Meloidogyne* em cultivares de feijoeiro-comum. Assim, é possível estimar o aumento populacional de *Meloidogyne* em uma determinada cultivar, submetida às condições ambientais conhecidas. O fato de *Meloidogyne* spp. produzirem, em geral, uma grande quantidade de ovos/fêmea adulta (média de 30 à 80 ovos/dia, dependendo da planta hospedeira e das condições ambientais) (KARSSSEN; MOENS, 2006), torna difícil encontrar cultivares com resistência à espécie, seguindo o critério de FR combinado com o conceito de resistência proposto por Oostenbrink (1966). Dessa maneira, supondo-se a inoculação de uma população inicial de 300 nematoides e a infecção bem sucedida de cinco juvenis, que originarão cinco fêmeas viáveis, produtoras de 300 ovos cada uma e perdas de 40% durante o processo de extração de nematoides, uma população final de 900 nematoides seria alcançada. Neste exemplo hipotético, a cultivar em questão seria classificada como suscetível (FR=3), segundo Oostenbrink (1966), e resistente, se as avaliações de galhas e massas de ovos fossem consideradas (5 galhas e 5 massas de ovos).

Por outro lado, o emprego de galhas e massas de ovos como forma de avaliação torna-se secundário quando se considera o manejo de nematoides em uma área infestada. Isto porque a população de nematoides pode aumentar mesmo em situações em que os números de galhas e de massas de ovos são baixos, como discutido acima. Assim, se utilizarmos uma determinada cultivar resistente, com base em massas de ovos, por exemplo, visando a redução populacional de *Meloidogyne* em uma área infestada, há grandes chances de não se obter sucesso com esta prática. Como consequência, o prejuízo virá na cultura suscetível subsequente cultivada em sucessão ou em rotação.

O feijoeiro-comum tem sido cultivado em rotação ou sucessão, principalmente com milho, aveia-preta ou branca, soja, trigo, milheto, leguminosas forrageiras e diferentes tipos de sorgo (BALBINO et al., 1996; TOLEDO-SOUZA, 2008). A soja, o milho e o algodão são culturas de interesse econômico e suscetíveis à *M. incognita* e *M. javanica*. Dessa maneira, o fato de não se ter encontrado cultivares com $FR < 1$ nas principais cultivares comerciais brasileiras de feijoeiro-comum indica um possível aumento do problema com *M. incognita* e *M. javanica* nas culturas de interesse econômico cultivadas em sequência. Diante de tal

quadro é imperativo que se encontre meios para se conviver com o problema enquanto não se estabeleçam soluções duradouras. Neste sentido, o ideal é que se encontre cultivares com $FR < 1$, mas na ausência de tais materiais, deve-se primar pela escolha de materiais adaptados à região de cultivo e que multipliquem menos o nematoide. Neste caso se destacam as cultivares IPR Saracura, BRS Grafite, Diamante Negro e IPR Corujinha. Sydenham *et al.* (1996) demonstrou que uma cultivar classificada como resistente (Nemasnap) exerceu um efeito pronunciado sobre o desenvolvimento e a reprodução de *M. incognita* quando comparada a uma cultivar suscetível (Black Valentine). Esses efeitos foram a redução na taxa de penetração de juvenis J2, atraso no avanço aos estágios mais maduros nematoide, redução no número de ovos/g de raiz e no número de ovos/fêmea adulta. Entretanto, nota-se que houve aumento populacional do nematoide na cultivar resistente. Dessa maneira, ao que tudo indica, os mecanismos de resistência de cultivares resistentes podem permitir um pequeno aumento populacional do nematoide. No entanto, essa geração do nematoide, resultante da interação com o genótipo resistente, pode ter custos adaptativos, principalmente com relação ao potencial reprodutivo da espécie (TRUDGILL; BLOCK, 2001; CASTAGNONE-SERENO, 2006), fato corroborado por Sydenham *et al.* (1996) que observou redução no número de ovos/fêmea adulta na cultivar Nemasnap. Sob este ponto de vista, a utilização de cultivares com baixos FR (entre 1 e 4), na ausência de cultivares resistentes, em rotação com a cultura principal poderia ser vantajosa para o manejo de *M. incognita*.

Nesse sentido, a escolha do critério de avaliação deve ser dependente do objetivo da utilização da cultivar. Se o uso da cultivar objetivar o manejo de uma determinada área infestada, a avaliação do FR será mais útil, quando comparada à avaliação de índice de galhas ou de massas de ovos, uma vez que o sucesso do manejo será medido com base na capacidade de se reduzir a população do nematoide para uma cultura subsequente. Dentre as cultivares utilizadas neste trabalho e sob as condições ambientais do mesmo, nenhuma cultivar foi capaz de reduzir a população de *M. incognita* raça 3. Assim, no manejo de áreas infestadas, deve-se optar pelo uso das cultivares que multipliquem menos o nematoide, associado à outras medidas de controle. A rotação de culturas, com má ou não hospedeiras, são atualmente as melhores opções de manejo do nematoide (INOMOTO; ASMUS, 2010).

Ao se considerar o feijoeiro-comum como cultura principal, o principal produto que trará retorno econômico será os seus grãos. Assim, a avaliação das cultivares com base no índice de galhas, ou no índice de massas de ovos poderia ser mais útil, pois tais sintomas e sinais normalmente estão relacionados com danos, apesar disso, baixos índices de galhas e massas de ovos não significam 100% de chance de ocorrência de diminuição da populacional.

A ocorrência de galhas ou de massas de ovos são um indicativo de que, ao menos alguns indivíduos obtiveram sucesso na infecção e se desenvolveram nas raízes da planta, formando, portanto, tecido nutridor (células gigantes), que funcionam como dreno metabólico e possuem influência direta na produção da planta. Quanto menores esses índices, menores são as chances de haver perdas. Fato primordial quando se objetiva a obtenção de genótipos com resistência à patógenos (STARR; BRIDGE; COOK, 2002).

O conceito de resistência/suscetibilidade de Trudgill (1991) e Oostenbrink (1966) são arbitrários, pois consideram a reprodução do nematoide (aumento populacional) como determinante para a classificação como suscetível. Por ser rígido, este conceito considera os genótipos com FR pouco superiores à 1, como suscetíveis, mesmo que esta suscetibilidade não resulte em perdas de produção. Em testes de resistência, normalmente não são considerados parâmetros de crescimento e produção da planta. Por conseguinte, as cultivares tolerantes e com baixos FR, com potencial para serem utilizadas como fontes de resistência, podem ser descartadas.

A variação de resposta à *M. incognita* para uma mesma cultivar de feijoeiro-comum, demonstrado pela reação distinta das mesmas cultivares utilizadas neste trabalho e a de outros, também podem estar relacionadas às diferentes raças do patógeno, que são determinadas com base na inoculação do nematoide em hospedeiros diferenciais (TAYLOR; SASSER, 1978). Dessa forma, o sucesso no manejo do nematoide na cultura do feijoeiro-comum está relacionado com a raça predominante na área de cultivo, a planta de cobertura escolhida para o manejo e a cultivar escolhida. Entretanto, Sikora, Greco e Silva (2005) relataram que a resistência genética a nematoides tende a ser muito específica para o uso na agricultura, causando a erosão da efetividade da resistência pelo surgimento de novas formas virulentas do nematoide.

A identificação da raça predominante de *M. incognita* na área de cultivo seria bastante útil para a realização do manejo adequado do nematoide. Nos casos em que isso for possível, a constatação da presença de raça 3 é motivo para a escolha criteriosa das cultivares que apresentaram menores FR. No entanto, diferentes populações da mesma raça de *M. incognita* podem apresentar variações na virulência em feijoeiro-comum, como foi demonstrado ao se confrontar os resultados do presente trabalho com os de Juliatti *et al.* (2010). Mullin *et al.* (1991) também relataram diferenças quanto a virulência de duas populações de *M. incognita*, pertencentes à mesma raça, em linhagens e acessos de feijoeiro-comum. Esses autores sugerem ainda que as já relatadas fontes de resistência à *Meloidogyne* spp. em feijoeiro-comum devem ser confirmadas em populações locais destes nematoides.

Alguns autores consideram que o conceito de raças (HARTMAN; SASSER, 1985) leva em consideração apenas uma pequena porção do potencial da variabilidade parasítica (MOENS et al., 2009; SANTOS et al., 2012). Aliado à isso, diferentes populações de uma mesma raça de *M. incognita* podem não apresentar características em comum, quando se considera características diagnósticas importantes. Santos et al. (2012) não observaram relacionamento entre raças, fenótipos enzimáticos e polimorfismo genético de *M. incognita*.

Nota-se que uma extensa gama de fatores está envolvida na variação do *status* hospedeiro de cultivares de feijoeiro-comum à *M. incognita*. É importante ressaltar que a elevada capacidade adaptativa às condições adversas (CASTAGNONE-SERENO, 2006) e a grande capacidade reprodutiva da espécie podem favorecer o sucesso da perpetuação de *M. incognita*, principalmente quando se cultiva de modo intensivo um único genótipo de feijoeiro-comum.

4.4.2 Experimentos com *Meloidogyne javanica*

Como demonstrado no presente trabalho, fontes de resistência à *M. javanica* em feijoeiro-comum tem sido difíceis de serem encontradas. Di Vito et al. (2005) testaram dezoito genótipos de feijoeiro-comum à *M. javanica* e encontraram que todas as quinze cultivares italianas testadas mostraram-se suscetíveis ao nematoide. Somente as linhagens Alabama nº1, A445 e PI 165426 testadas naquele trabalho apresentaram reação de resistência ao nematoide. Santos et al. (2012) observaram que seis, das sete cultivares de feijoeiro-comum testadas quanto à resistência à *M. javanica*, apresentaram $FR > 1$. Simão et al. (2005) observaram que as cultivares Pérola e IAPAR 81 foram suscetíveis à *M. javanica*. No presente trabalho, IAPAR 81 também mostrou-se suscetível à *M. javanica*.

A cultivar BRS Campeiro apresentou FR de 3,82 para *M. javanica*, entretanto quando testada para *M. incognita* esta cultivar apresentou FR elevado (15,34). A cultivar IPR Tuiuiú apresentou FR bastante elevado para *M. javanica* (FR=21,43), mas com relação à *M. incognita*, o FR de IPR Tuiuiú situou-se próximo ao das cultivares que apresentaram menores FR.

A cultivar BRS Requite, resistente à *M. javanica*, apresentou FR intermediário (FR=11,14) para *M. incognita*. Tais resultados diferem dos obtidos por Omwega, Thomason e Roberts (1990), que identificaram um gene de resistência presentes em linhagens do CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), derivado das fontes G2618 e G1805, efetivo contra *M. javanica*, *M. incognita* raça 1 e *M. arenaria*. Os resultados do presente trabalho

também diferem dos obtidos por Baida et al. (2011), no qual quatro linhagens de feijoeiro-comum foram resistentes tanto para *M. incognita* quanto para *M. javanica*.

A patogenicidade de *M. javanica* em feijoeiro-comum tem sido demonstrada. Sharma (1981) e Di Vito et al. (2007) relataram a patogenicidade de *M. javanica* em feijoeiro-comum. Estes últimos autores observaram severas reduções na massa fresca da parte aérea, massa fresca de raízes e altura de plantas de feijoeiro-comum. Carneiro, Mazzafera e Ferraz (2009) mostraram que a redução da parte aérea de plantas infestadas é fortemente influenciada pela partição de carboidratos para as raízes, provando assim que tal nematoide causa danos à soja e que *M. javanica* e *M. incognita* funcionam como dreno de carboidratos para as raízes. É provável que fato semelhante deva ocorrer pelo parasitismo de *M. javanica* em feijoeiro-comum.

Segundo levantamento realizado por Castro, Lima e Carneiro (2003) *M. javanica* foi a espécie de maior ocorrência em área brasileiras com soja, situação que provavelmente perdura até os dias de hoje, haja vista os frequentes relatos de produtores com problemas com o nematoide. A distribuição de *M. javanica* e os seus danos causados em soja e em feijoeiro-comum, mostram que a escolha da cultivar de feijoeiro-comum para ser utilizada em sucessão ou em rotação deve ser criteriosa, pois o nível populacional do nematoide pode aumentar consideravelmente, em áreas de soja infestadas, caso a cultivar de feijoeiro-comum escolhida tenha FR alto. De acordo com os resultados do presente trabalho a cultivar BRS Requite é a mais indicada para o manejo de *M. javanica* naquelas áreas. Entretanto, é evidente que deve ser levado em consideração a adaptabilidade da cultivar à área de cultivo.

As fontes de resistência à *M. javanica* encontradas em linhagens brasileiras de feijoeiro-comum e relatadas na literatura (Baida et al. 2011 e Baida et al. 2010), assim como a cultivar BRS Requite, poderiam ser utilizadas para introgressão de um ou mais genes de resistência nas cultivares utilizadas atualmente no Brasil. Di Vito et al. (2007) criaram novas linhagens italianas de feijoeiro-comum, resistentes à *M. javanica*, oriundas do cruzamento entre as linhagens americanas resistentes, A445 e PI165426.

Em programas de melhoramento para resistência, deve-se atentar à ocorrência de diferenças entre populações de *M. javanica*. Roberts e Thomason (1986) relataram que populações de *M. javanica* provenientes de diferentes localidades diferiram com relação à virulência em genótipos de tomateiro resistentes. Além disso, diferenças na determinação da reação podem ter influência da temperatura. Simão et al. (2005) relataram grande diminuição do FR nas cultivares IAPAR 81 e Pérola, inoculadas com *M. javanica*, em um experimento conduzido no inverno, quando comparado ao mesmo experimento conduzido no verão.

Assim, o ideal é que populações locais do patógeno sejam utilizadas em programas de melhoramento (Mullin et al., 1991), de preferência, sob condições mais próximas as quais as cultivares serão submetidas.

BRS Requite mostrou-se como a única resistente, dentre todas as cultivares testadas à *M. javanica*. Assim, esta cultivar, recomendada para plantio nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, pode ser empregada em áreas infestadas, em rotação ou em sucessão com a soja, em sistema de plantio direto, visando a redução populacional do nematoide. Entretanto, neste sistema de produção, é prudente a utilização de outras medidas de manejo do nematoide em conjunto com o uso de tal cultivar.

4.5 Conclusões

- Dentre as cultivares de feijoeiro-comum utilizadas neste trabalho nenhuma apresenta reação de resistência à *Meloidogyne incognita*;
- Somente a cultivar BRS Requite é resistente à *M. javanica*.

Referências

ABAWI, G.S.; MULLIN, B.A.; MAI, W.F. Diseases caused by nematodes In: SCHWARTZ, H.F.; STEABMAN, J.R.; HALL, R.; FORSTER, R.L. (Ed.). **Compendium of bean diseases**. 2nd ed. Saint Paul: American Phytopathological Society, 2005. p.52-57.

AGUDELO, F.V. Nematodes. In: SCHWARTZ, H.F.; GALVEZ, G.E. (Ed.). **Bean production problems**. Cali: CIAT, 1980. p. 315-326.

BAIDA, F.C.; SANTIAGO, D.C.; TAKAHASHI, L.S.A.; ATHANÁZIO, J.C.; STROZE, C.T.; ARIEIRA, G.O. Hospedabilidade de linhagens de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*) a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, sob cultivo protegido. **Nematropica**, Florida, v. 41, n. 1, p. 62-67, 2011.

BAIDA, F.C.; SANTIAGO, D.C.; TAKAHASHI, L.S.A.; ATHANÁZIO, J.C.; CADIOLI, M.C.; LEVY, R.M. Reação de linhagens de feijão-vagem ao *M. javanica* e *M. paranaensis* em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.33, n.2, p. 237-241, 2011.

BALBINO, L.C.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA J.G. da; OLIVEIRA, E.F. de; OLIVEIRA, I.P. de. Plantio Direto. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O (Ed.). **Cultura do feijoeiro-comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 301- 352.

CARNEIRO, R.G.; FERRAZ, S. Reação de cultivares de feijoeiro à *Meloidogyne incognita* raça 3. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.16, n. 1/2, p.35-40, 1992.

CARNEIRO, R.G.; FERRAZ, S.; REGAZZI, A.J. Estudos de métodos de avaliação de resistência em variedades de feijoeiro. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 16, n. 1/ 2, p.53-61, 1992.

CARNEIRO, R.G.; MAZZAFERA, P.; FERRAZ, L.C.C.B. Carbon partitioning in soybean infected with *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Journal of Nematology**, Urbana, v. 31, n. 3, p. 348-355, 1999.

CASTAGNONE-SERENO, P. Genetic variability and adaptive evolution in parthenogenetic root-knot nematodes. **Heredity**, Wales, v. 96, n. 4, p. 282–289, 2006.

CASTAGNONE-SERENO, P.; TIGANO, M.S.; CARNEIRO, R.M.D.G. Biometrical, biological, biochemical and molecular characteristics of *Meloidogyne incognita* isolates and related species. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 134, n. 4, p. 671–684, 2012.

CASTRO, J.M.C.; LIMA, R.D.; CARNEIRO, R.M.D.G. Variabilidade isoenzimática de populações de *Meloidogyne* spp. provenientes de regiões brasileiras produtoras de soja. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 27, n.1, p. 1-12, 2003.

COOK, R.; STARR, J.L. Resistant cultivars. In: PERRY, R.N.; MOENS, M. (Ed.). **Plant Nematology**. Wallingford: CABI, 2006. chap. 15 p. 370-389.

COOLEN, W.A.; D' HERDE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77p.

DI VITO, M.; GRECO, N.; CARELLA, A. Effect of *Meloidogyne incognita* and importance of the inoculum on the yield of eggplant. **Journal of Nematology**, Urbana, v. 18, n.4, p. 487-490, 1986.

DI VITO, M.; PARISI, B.; CARBONI, A.; RANALLI, P.; CATALANO, F. Response of common bean (*Phaseolus vulgaris*) to Italian populations of four species of *Meloidogyne*. **Nematologia Mediterrânea**, Bari, v. 33, n. 1, p. 19-23, 2005.

DI VITO, M.; PARISI, B.; CATALANO, F. Effect of population densities of *Meloidogyne incognita* on common bean. **Nematologia Mediterrânea**, Bari, v. 32, n.1, p. 81-85, 2004.

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

FARIA, L.C.; MELO, L.C.; DEL PELOSO, M.J.; ABREU, A.F.B. Base genética da produtividade de grãos de feijoeiro-comum no Brasil e no mundo. In: DEL PELOSO, M.J.; Melo, L.C. (Ed.). **Potencial de rendimento da cultura do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2005. 131 p.

FASSULIOTIS, G.; DEAKIN, J.R.; HOFFMAN, J.C. Root-knot nematode resistance in snap beans breeding and nature of resistance. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Birmingham, v. 95, n.5, p. 640-645, 1970.

FERRAZ, L.C.C.B. Problemas nematológicos na cultura do feijão irrigado In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Feijão irrigado: tecnologia e produção**. Piracicaba: ESALQ/USP/LVP, 2005. p. 63-72.

FERREIRA, S.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R. Resistance of dry bean and snap bean cultivars to root-knot nematodes. **HortScience**, Birmingham, v. 45, n. 2, p.320-322, 2010.

FERREIRA, S.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R.; FURTINI, I.V.; CAMPOS, V.P. Genetic control of resistance to *Meloidogyne incognita* race 1 in the Brazilian common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Aporé. **Euphytica**, Heidelberg, v. 186, n. 3, p. 867-873, 2012.

FREIRE, F.C.O.; FERRAZ, S. Nematoides associados ao feijoeiro, na zona da mata de Minas Gerais, efeitos do parasitismo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* sobre o cultivar 'Rico 23'. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 24, p. 141-149, 1977.

HARTMAN, R.M.; SASSER, J.N. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. In: BARKER, K.R.; CARTER, C.C.; SASSER, J.N. (Ed.). **An advanced treatise on Meloidogyne**. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 1985. chap. 5 v.2: Methodology. p. 69-77.

INOMOTO, M.M.; ASMUS, G.L. Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 94, n. 8, p. 1022-1025, 2010.

JULIATTI, F.C.; WALBER, R.; SANTOS, M.A.; SAGATA, E. Reação de acessos de feijoeiro a nematóides de galhas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.5, p.763-769, 2010.

KARSEN, G.; MOENS, M. Root-knot nematodes. In: PERRY, R.; MOENS, M. (Ed.). **Plant Nematology**. Wallingford: CABI, 2006. chap. 3, p. 59- 90.

MELAKEBERHAM, H.; WEBSTER, J.M.; BROOKE, R.S.; D'AURIA, J.M.; CACKETTE, M. Effect of *Meloidogyne incognita* on plant nutrient concentration and its influence on the physiology of beans. **Journal of Nematology**, Urbana, v. 19, n. 3, p. 324-330, 1987.

MOENS, M.; PERRY, R.N.; STARR, J.L. *Meloidogyne* species—a diverse group of novel and important plant parasites. In: PERRY, R.N.; MOENS, M.; STARR, J.L. (Ed.). **Root-knot nematodes**. Wallingford: CABI, 2009. chap.1, p. 1-17.

MOURA, R.M.; RÉGIS, E.M.O. Reações de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) em relação ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* (Nematoda: Heteroderidae). **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 11, n. 1, p. 215-225, 1987.

MULLIN, B.A.; ABAWI, G.S.; PASTOR-CORRALES, M.A.; KORNEGAY, J.L. Reactions of selected bean pure lines and accessions to *Meloidogyne* species. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, n.12, p. 1212-1216, 1991.

NORMAN, M.J.T.; PEARSON, C.J.; SEARLE, P.G.E. **The ecology of tropical food crops**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 444p.

OMWEGA, C.O.; ROBERTS, P.A. Inheritance of resistance to *Meloidogyne* spp. in common bean and the genetic basis of its sensitivity to temperature. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v. 83, n. 6, p. 720-726, 1992.

OMWEGA, C.O.; THOMASON, I.J.; ROBERTS, P.A. Effect of temperature on expression of resistance to *Meloidogyne* spp. in common bean (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Nematology**, Urbana, v. 22, n. 4, p. 446-451, 1990.

OMWEGA, C.O.; THOMASON, I.J.; ROBERTS, P.A.; WAINES, J.G. Identification of new sources of resistance to root-knot nematodes in *Phaseolus*. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 6, p.1463-1468, 1989.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededeelingen van de Landbouwhogeschool Wageningen**, Wageningen, n. 66, p. 8-10, 1966.

PIMENTEL, C.; OLIVEIRA, R.F.; RIBEIRO, R.V.; SANTOS, M.G.; MACHADO, E.C. Características fotossintéticas de *Phaseolus vulgaris* L. **Hoehnea**, São Paulo, v. 38, n. 2, p.273-279, 2011.

ROBERTS, P.A.; THOMASON, J. Variability in reproduction of isolates of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica* on resistant tomato genotypes. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 70, n. 6, p. 547-551, 1986.

SANTOS, L.N.S.; ALVES, F.R.; BELAN, L.L.; CABRAL, P.D.S.; MATTA, F.P.; JESUS JUNIOR, W.C.; MORAES, W.B. Damage quantification and reaction of bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) to *M. incognita* race 3 and *M. javanica*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 1, p. 24-29, 2012.

SANTOS, M.F.A.; FURLANETTO, C.; ALMEIDA, M.R.A.; CARNEIRO, M.D.G.; MOTA, F.C.; GOMES, A.C.M.M.; SILVEIRA, N.O.R.; SILVA, J.G.P.; SHARMA, R.D. Pathogenicity of *Meloidogyne javanica* to bean (*Phaseolus vulgaris* L.) **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 5, p. 137-144, 1981.

SIKORA, R.A.; GRECO, N.; SILVA, J.F.V. Nematodes parasites of food legumes. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. 2nd. ed. Wallingford: CABI, 2005. chap. 8, p. 259-318.

SILVA, L.J. laercio: Duncan test, Tukey test and Scott-Knott test. R package version 1.0-1. <<http://CRAN.R-project.org/package=laercio>> Acesso em: 5 maio 2012.

SIMÃO, G.; HOMECHIN, M.; SANTIAGO, D.C.; SILVA, R.T.V.; RIBEIRO, E.R. Comportamento de duas cultivares de feijoeiro em relação a *Meloidogyne javanica*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 266-270, 2005.

STARR, J.L.; BRIDGE, J.; COOK, R. Resistance to plant-parasitic nematodes: history, current use, and future potential. In: STARR, J.L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant resistance to parasitic nematodes**, Wallingford: CABI, 2002. chap. 1, p. 1-22.

SYDENHAM, G.M.; McSORLEY; DUNN, R.A. Effects of resistance in *Phaseolus vulgaris* on development of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology**, Urbana, v. 28, n. 4, p. 485-491, 1996.

TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. Identification of *Meloidogyne* species. In: TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. (Ed.). Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Raleigh: North Carolina State University Graphics, 1978. p. 101-105.

TOLEDO-SOUZA, E.D.; SILVEIRA, P.M.; LOBO-JUNIOR, M.; CAFÉ FILHO, A.C. Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 971-978, 2008.

TRUDGILL, D.L. Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. **Annual Review of Phytopathology**, Stanford, v. 29, n. 1, p. 167-192, 1991.

TRUDGILL, D.L.; BLOCK, V.C. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, Stanford, v. 39, p. 53-77, 2001.

VENABLES, W.N.; RIPLEY, B.D. Modern Applied Statistics with S. 4th ed. New York: Springer, 2002. 497p.

APÊNDICES

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo

Interessado: **8089 Mauro Ferreira Bonfim Junior**
 Endereço: R Benjamin Constant 1471 Apto 51
 Centro Piracicaba SP CEP 13400053

Tipo de Análise: SF1
 Requisição: **2784**
 Data de Emissão: 6/6/2012
 Material analisado: Terra
 Concluídas em:

Resultado de Análise Granulométrica

Identif. da Amostra	Areias (g/kg)						Silte (g/kg)	Argilas (g/kg)		Floculação (%)	Classe de Textura
	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT		c/disp.	água		
Pivo 2	#	#	#	#	#	594	30	376	#	#	arg.
Pivo 6A	#	#	#	#	#	177	123	700	#	#	m-arg.
Am 01 SP	#	#	#	#	#	139	110	752	#	#	m-arg.
Am 02 SP	#	#	#	#	#	815	10	175	#	#	md-ar.
Am 03 SP	#	#	#	#	#	841	32	126	#	#	ar.
Am 04 SP	#	#	#	#	#	128	220	652	#	#	m-arg.
Am 05 SP	#	#	#	#	#	561	37	402	#	#	arg.
Am 06 SP	#	#	#	#	#	154	164	683	#	#	m-arg.
Am 07 SP	#	#	#	#	#	84	137	780	#	#	m-arg.
Am 08 SP	#	#	#	#	#	180	164	657	#	#	m-arg.
Am 09 SP	#	#	#	#	#	159	106	735	#	#	m-arg.
Am 10 SP	#	#	#	#	#	822	26	152	#	#	md-ar.
Am 11 SP	#	#	#	#	#	160	107	733	#	#	m-arg.
Am 12 SP	#	#	#	#	#	838	36	126	#	#	ar.
Am 13 SP	#	#	#	#	#	589	56	354	#	#	arg.
Am 14 SP	#	#	#	#	#	340	75	584	#	#	arg.
Am 15 SP	#	#	#	#	#	586	33	381	#	#	arg.
Am 16 SP	#	#	#	#	#	615	28	357	#	#	arg.
Am 17 SP	#	#	#	#	#	640	53	307	#	#	md-arg.
Am 18 SP	#	#	#	#	#	284	54	663	#	#	m-arg.

Métodos: Bouyoucos (densímetro); S.S.S.A. Book Series: 5 Methods of Soil Analysis Part4; Classe de diâmetro (mm) U.S.D.A.
 5 frações de areia: muito grossa (MG) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (MF) = 0,10 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002.
 2 frações de areia: grossa (G) = 2 a 0,25 e fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002.
 Classe de textura: Argila (c/ dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar); de 150 a 249 g/kg = média arenosa (md-ar); de 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); de 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); de 600 g/kg ou superior - muito argilosa (m-arg).
 Observações:
 Amostra coletada pelo interessado; (#) elemento não determinado.
 Este documento pode ser reproduzido somente por completo.
 Os resultados deste relatório se referem somente às amostras enviadas ao laboratório.

Prof. Dr. Álvaro Pires da Silva
 - Coordenador -

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo

Interessado: **8089 Mauro Ferreira Bonfim Junior**
 Endereço: R Benjamin Constant 1471 Apto 51
 Centro Piracicaba SP CEP 13400053

Tipo de Análise: SF1
 Requisição: **2784**
 Data de Emissão: 6/6/2012
 Material analisado: Terra
 Concluídas em:

Resultado de Análise Granulométrica

Identif. da Amostra	Areias (g/kg)						Silte (g/kg)	Argilas (g/kg)		Floculação (%)	Classe de Textura
	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT		c/disp.	água		
Am 19 SP	#	#	#	#	#	647	46	307	#	#	md-arg.
Am 20 SP	#	#	#	#	#	567	32	401	#	#	arg.
Am 21 SP	#	#	#	#	#	620	78	303	#	#	md-arg.
Am 22 SP	#	#	#	#	#	101	145	753	#	#	m-arg.
Am 23 SP	#	#	#	#	#	128	120	752	#	#	m-arg.
Am 24 SP	#	#	#	#	#	435	13	552	#	#	arg.
Am 25 SP	#	#	#	#	#	227	45	728	#	#	m-arg.
Am 26 SP	#	#	#	#	#	147	76	777	#	#	m-arg.
Am 27 SP	#	#	#	#	#	497	27	476	#	#	arg.
Am 28 SP	#	#	#	#	#	255	92	653	#	#	m-arg.
Am 29 SP	#	#	#	#	#	252	97	651	#	#	m-arg.
Am 30 SP	#	#	#	#	#	86	138	777	#	#	m-arg.
Am 31 SP	#	#	#	#	#	385	39	576	#	#	arg.
Am 32 SP	#	#	#	#	#	569	79	351	#	#	arg.
Am 33 SP	#	#	#	#	#	716	58	226	#	#	md-ar.
Am 34 SP	#	#	#	#	#	670	29	301	#	#	md-arg.
Am 35 SP	#	#	#	#	#	453	71	476	#	#	arg.
Am 36 SP	#	#	#	#	#	138	110	752	#	#	m-arg.
Am 37 SP	#	#	#	#	#	148	125	727	#	#	m-arg.
Am 38 SP	#	#	#	#	#	510	12	477	#	#	arg.

Métodos: Bouyoucos (densímetro); S.S.S.A. Book Series: 5 Methods of Soil Analysis Part4; Classe de diâmetro (mm) U.S.D.A.

5 frações de areia: muito grossa (MG) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (MF) = 0,10 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002.

2 frações de areia: grossa (G) = 2 a 0,25 e fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002.

Classe de textura: Argila (c/ dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar); de 150 a 249 g/kg = média arenosa (md-ar); de 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); de 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); de 600 g/kg ou superior - muito argilosa (m-arg).

Observações:

Amostra coletada pelo interessado; (#) elemento não determinado.

Este documento pode ser reproduzido somente por completo.

Os resultados deste relatório se referem somente às amostras enviadas ao laboratório.

Prof. Dr. Alvaro Pires da Silva
 - Coordenador -

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo

Interessado: **8089 Mauro Ferreira Bonfim Junior**
 Endereço: R Benjamin Constant 1471 Apto 51
 Centro Piracicaba SP CEP 13400053

Tipo de Análise: SF1
 Requisição: **2784**
 Data de Emissão: 6/6/2012
 Material analisado: Terra
 Concluídas em:

Resultado de Análise Granulométrica

Identif. da Amostra	Areias (g/kg)						Silte (g/kg)	Argilas (g/kg)		Floculação (%)	Classe de Textura
	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT		c/disp.	água		
Am 39 SP	#	#	#	#	#	179	93	727	#	#	m-arg.
Am 40 SP	#	#	#	#	#	357	91	552	#	#	arg.
Am 01 PR	#	#	#	#	#	96	176	728	#	#	m-arg.
Am 02 PR	#	#	#	#	#	69	279	652	#	#	m-arg.
Am 03 PR	#	#	#	#	#	78	295	626	#	#	m-arg.
Am 04 PR	#	#	#	#	#	114	258	628	#	#	m-arg.
Am 05 PR	#	#	#	#	#	76	298	626	#	#	m-arg.
Am 06 PR	#	#	#	#	#	68	228	704	#	#	m-arg.
Am 07 PR	#	#	#	#	#	106	242	652	#	#	m-arg.
Am 08 PR	#	#	#	#	#	92	230	678	#	#	m-arg.
Am 09 PR	#	#	#	#	#	59	339	602	#	#	m-arg.
Am 10 PR	#	#	#	#	#	62	328	610	#	#	m-arg.
Am 11 PR	#	#	#	#	#	68	351	581	#	#	arg.
Am 12 PR	#	#	#	#	#	124	297	579	#	#	arg.
Am 13 PR	#	#	#	#	#	93	380	527	#	#	arg.
Am 14 PR	#	#	#	#	#	61	287	652	#	#	m-arg.
Am 15 PR	#	#	#	#	#	83	262	655	#	#	m-arg.
Am 16 PR	#	#	#	#	#	56	263	682	#	#	m-arg.

Métodos: Bouyoucos (densímetro); S.S.S.A. Book Series: 5 Methods of Soil Analysis Part4; Classe de diâmetro (mm) U.S.D.A.
 5 frações de areia: muito grossa (MG) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (MF) = 0,10 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002.
 2 frações de areia: grossa (G) = 2 a 0,25 e fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002.
 Classe de textura: Argila (c/ dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar); de 150 a 249 g/kg = média arenosa (md-ar); de 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); de 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); de 600 g/kg ou superior - muito argilosa (m-arg).
 Observações:
 Amostra coletada pelo interessado; (#) elemento não determinado.
 Este documento pode ser reproduzido somente por completo.
 Os resultados deste relatório se referem somente às amostras enviadas ao laboratório.

Prof. Dr. Alvaro Pires da Silva
 - Coordenador -

ANEXOS

ANEXO A– Abundâncias totais nas amostras de raízes e de solo nas áreas de coleta no estado do Paraná

Áreas	Nematoides/g de raízes		Nematoides/250 cm ³ de solo	
	<i>P. brachyurus</i>	<i>H. dihystra</i>	<i>P. brachyurus</i>	<i>H. dihystra</i>
Área 1	96*	72	37,5*	254
Área 2	33	24	7	143
Área 3	107,5	116,5	14,5	454,5
Área 4	19,5	64,5	1,5	78
Área 5	33	153	15	259
Área 6	10,5	53	3	357,5
Área 7	35	336,5	0	258,5
Área 8	5,5	77,5	0	171
Área 9	6,5	81,5	0	282
Área 10	170,5	71	9,5	293,5
Área 11	9	120	0,5	223
Área 12	66	6,5	2,5	64
Área 13	19	13,5	0,5	83,5
Área 14	155	13,5	10,5	185
Área 15	6	8	1	39
Área 16	111,5	30	1,5	57,5

**P. crenatus*

ANEXO B - Abundâncias totais nas amostras de raízes e de solo nas áreas de coleta no estado de São Paulo

Áreas	Nematoides/ g de raízes				Nematoides/250 cm ³ de solo	
	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>P. brachyurus</i>	<i>H. dihystra</i>	<i>R. reniformis</i>	<i>P. brachyurus</i>	<i>H. dihystra</i>
1	0	62	24	0	20	300
2	0	38	0	10	20	2430
3	0	35	189	0	20	1420
4	0	36	9	0	10	1100
5	1	4	0	0	0	560
6	0	79	23	2	20	1480
7	0	12	179	0	0	380
8	33	11	24	4	0	1080
9	20	5	52	8	0	470
10	0	98	5	0	0	120
11	14	54	19	0	50	340
12	4	31	73	0	0	1180
13	2	55	34	12	30	1010
14	0	90	0	0	20	530
15	6	15	11	0	20	900
16	0	9	21	0	0	120
17	0	67	12	0	20	370
18	0	142	48	0	0	400
19	0	66	39	0	40	630
20	21	27	80	12	0	1640
21	19	27	27	0	40	390
22	0	6	3	0	30	210
23	10	30	29	0	10	200
24	0	42	147	0	0	550
25	15	93	8	0	0	580
26	115	107	180	0	50	780
27	0	44	184	0	30	430
28	0	7	3	0	10	90
29	0	17	34	0	70	130
30	0	48	20	0	300	250
31	0	3	60	0	10	530
32	0	86	6	6	10	120
33	8	13	33	0	60	1210
34	9	30	75	0	20	630
35	0	19	23	0	10	730
36	2	9	19	0	0	110
37	40	29	30	0	40	330
38	2	29	19	0	30	430
39	0	22	18	0	0	90
40	35	8	40	0	0	220