



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CAMILA NISHIMURA

METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE SOJA
*A **Pratylenchus brachyurus***

Londrina
2016

CAMILA NISHIMURA

METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE SOJA
A *Pratylenchus brachyurus*

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Agronomia da Universidade
Estadual de Londrina

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Débora Cristina
Santiago

Coorientadora: Dra. Maria Isabel Balbi Peña

Londrina
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

NISHIMURA, CAMILA NISHIMURA.

METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE SOJA A *Pratylenchus brachyurus* / CAMILA NISHIMURA NISHIMURA. - Londrina, 2016.

50 f.

Orientador: Débora Cristina Santiago Santiago.

Coorientador: Maria Isabel Balbi Peña .

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Glycine max - Tese. 2. Metodologia de avaliação - Tese. 3. Nematóide das lesões radiculares - Tese. 4. Nível de inóculo - Tese. I. Santiago, Débora Cristina Santiago. II. , Maria Isabel Balbi Peña. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CAMILA NISHIMURA

**METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE SOJA A *Pratylenchus*
*brachyurus***

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof. Dra. Débora Cristina
Santiago
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Coorientadora: Dra. Maria Isabel Balbi Peña
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Dra. Andressa Cristina Zamboni Machado
Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR

Dra. Adriana Figueiredo
Monsanto

Dra. Neucimara Rodrigues Ribeiro
GDM – Genética do Brasil Ltda.

Londrina, 29 de fevereiro de 2016.

Aos meus avós, Shiquio Nishimura
e Misao Nishimura, '*in memoriam*',
meus maiores exemplos de
determinação.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre iluminando meu caminho.

Aos meus pais, Maria e Milton, pelo amor, confiança e incentivo a sempre lutar pelos meus sonhos.

Ao meu irmão Guilherme, pela força e conselhos para que eu fosse adiante. Obrigada por estar sempre ao meu lado mesmo que distante.

À Universidade Estadual de Londrina – Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de formação. Ao seu quadro de docentes, em especial aos Professores Maria Isabel Balbi Peña, Marcelo Giovanetti Canteri e Ciro Hideki Sumida pelas preciosas contribuições para este trabalho.

À minha orientadora Dr^a Débora Cristina Santiago, pela oportunidade concedida, orientação, compreensão, apoio e principalmente pela confiança.

À GDM GENÉTICA DO BRASIL LTDA., pela concessão do espaço físico e disponibilização de recursos para a realização deste trabalho.

Agradeço em especial à Pesquisadora Dr^a Neucimara Rodrigues Ribeiro por me guiar e incentivar durante essa jornada, pelos conselhos, ensinamentos profissionais, por ser um exemplo de dedicação, pelos bons momentos vividos e pelo apoio nos momentos difíceis. Minha eterna gratidão.

Às minhas irmãs de Pós-Graduação, Mayra Ishikawa e Adriély Almeida, que foram meus alicerces nesta caminhada. Obrigada pela imensa ajuda na instalação, condução, avaliação dos ensaios, mas, acima de tudo, obrigada pelos momentos compartilhados, momentos de dificuldade e descontração, de crescimento profissional e pessoal. Obrigada pela amizade.

Aos amigos do laboratório, Natália Parpinelli, Hélio Ivan Vieira, Janaina Netzel e Valdenir Silva que estiveram ao meu lado, obrigada pelo auxílio, pela agradável convivência e pelas boas risadas compartilhadas.

Aos pesquisadores Dr. Romeu Afonso de Souza Kiihl, Dr. Arlindo Harada, Dr^a Andressa Machado e Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares, pelo incentivo e por serem exemplos de profissionalismo.

Ao amigo Santino Aleandro da Silva e ao prof. Dr. Higo Amaral pelas valiosas contribuições nas análises estatísticas.

A todos os amigos que conquistei ao longo desta etapa da vida.

Aos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

“Um sonho sonhado
sozinho é um sonho. Um sonho
sonhado junto é realidade”
(Raul Seixas)

NISHIMURA, Camila. **Metodologias para avaliação de soja a *Pratylenchus brachyurus***. 2016. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

Para um manejo bem sucedido, devem-se integrar diversas estratégias de controle. A utilização de cultivares resistentes é a maneira mais eficiente, porém as informações quanto às formas de avaliar a reação de cultivares são escassas. Devido à importância de *Pratylenchus brachyurus* e a falta de padronização de metodologias para avaliação de ensaios em casa de vegetação, objetivou-se estudar metodologias para seleção de genótipos de soja quanto à reação a *P. brachyurus* baseadas em diferentes níveis de inóculo e épocas de avaliação, bem como a contribuição da utilização de uma escala de notas em função da porcentagem de escurecimento das raízes nas avaliações. Foram conduzidos dois ensaios em casa de vegetação na estação da GDM GENÉTICA DO BRASIL LTDA, em Cambé – PR, em 2015. No primeiro ensaio verificou-se a reação de 45 genótipos de soja a *P. brachyurus* aos 45, 60 e 90 dias após a inoculação de 600 espécimes/planta. Para o segundo foram selecionados nove dos genótipos estudados anteriormente e acrescentado o genótipo 46, não utilizado no primeiro ensaio e avaliados aos 45 e 60 dias após a inoculação de 800 e 1000 espécimes/planta. O delineamento experimental de ambos foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com cinco repetições. As variáveis avaliadas foram: fator de reprodução (FR), número de nematoides por grama de raiz (nem/g raiz) e escala de notas para escurecimento de raízes. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os dois ensaios apresentaram interação significativa entre os fatores, apontando dependência entre genótipo, época de avaliação e nível de inóculo para as variáveis respostas. No primeiro ensaio, houve diferença significativa entre os genótipos para FR e nem/g raiz quando se avaliou aos 60 e 90 dias após a inoculação, mas não aos 45 dias. De modo geral, maiores valores de FR e nem/g raiz foram obtidos na avaliação mais tardia, o que não se repetiu para nota, que apresentou maiores médias aos 60 dias. No segundo ensaio, aos 45 dias de avaliação não houve diferença significativa entre os genótipos para as três variáveis avaliadas, nos dois níveis de inóculo utilizados. Por outro lado, aos 60 dias, para FR e nem/g raiz os genótipos diferiram entre si, apenas no nível de 800 espécimes/planta. No entanto, de acordo com as notas de escurecimento, nos dois níveis de inóculo estudados, os genótipos apresentaram diferença estatística entre si. No entanto, não houve diferença de escurecimento entre os níveis de inóculo utilizado. Portanto, nas condições deste trabalho, não recomenda-se a avaliação aos 45 dias após a inoculação dos nematoides; recomenda-se a inoculação de 800 indivíduos por planta com avaliação aos 60 dias; e a escala visual de notas pode ser uma ferramenta importante para auxiliar na seleção de genótipos para programas de melhoramento; porém são necessários mais estudos em nível de campo.

Palavras-chave: *Glycine max*. Metodologia de avaliação. Nematóide das lesões radiculares, Níveis de inóculo.

NISHIMURA, Camila. **Methodologies for evaluation of soybean to *Pratylenchus brachyurus***. 2016. 50 p. Dissertation, Agronomy Master Degree– Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

For a successful management should be integrated various control strategies. The use of resistant cultivars is the most efficient way, but the information about the reaction of cultivars are scarce. Due to the importance of *Pratylenchus brachyurus* and the lack of standardization of methodologies for assessment of testing in the greenhouse, aimed to study methods for selection of soybean genotypes for resistance to *P. brachyurus* based on different levels of inoculum and evaluation periods, as well as the contribution of the use of a visual rating scale according to the percentage of dark roots in the ratings. Two experiments were conducted in a greenhouse in the GDM GENETICS OF BRAZIL LTDA station in Cambé - PR in 2015. In the first study was checking the reaction of 45 soybean genotypes to *P. brachyurus* at 45, 60 and 90 days after inoculation of 600 specimens / plant. For the second nine genotypes were selected previously studied, added the genotype 46, not used in the first test and evaluated at 45 and 60 days after inoculation of 800 and 1000 specimens / plant. The experimental design of both was completely randomized in a factorial design with five replications. The variables evaluated were: reproduction rate (FR), number of nematodes per root gram (nema / g root) and degree of root darkening. Data were submitted to analysis of variance and means were compared by the Scott-Knott test at 5% probability. The two trials showed a significant interaction between the factors pointing dependence between genotype evaluation time and inoculum level for the response variables. In the first trial, there were significant differences among genotypes for FR and nema / g root when evaluated at 60 and 90 days after inoculation, but not 45 days. In general, higher FR values and or / g root were obtained in later evaluation, which was not repeated to note, that showed higher averages 60 days. In the second trial, the 45-day trial there was no significant difference between genotypes for the three variables evaluated in two inoculum levels used. Furthermore, at 60 days, and even for FR / g root genotypes differed only in the level of 800 specimens / plant. However, according to the blackout notes, the two inoculum levels studied, the genotypes showed statistical difference between them. However, no difference between the dimming levels of inoculum used. Therefore, in the conditions of this work, not recommended to the evaluation at 45 days after inoculation of nematodes; it is recommended to inoculate 800 specimens per plant and evaluation at 60 days; and the visual rating scale can be an important tool to assist in the selection of genotypes for breeding programs; but more studies are needed in the field level.

Keywords: *Glycine max*. Methodology of evaluation. Root lesion nematode. Inoculum levels.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	A CULTURA DA SOJA.....	12
2.1.1	Histórico e Características	12
2.1.2	Importância Econômica	12
2.2	PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS.....	13
2.2.1	Principais Fitonematoides na Cultura da Soja.....	13
2.2.1.1	<i>Pratylenchus brachyurus</i>	15
2.3	MEDIDAS DE CONTROLE	17
	REFERÊNCIAS	23
3	ARTIGO - REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA A <i>PRATYLENCHUS BRACHYURUS</i> EM DIFERENTES ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO E NÍVEIS DE INÓCULO.	28
3.1	RESUMO	28
3.2	ABSTRACT.....	29
3.3	INTRODUÇÃO	30
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	32
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.6	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) foi impulsionado no Brasil a partir de 1960 (FAO, 2015). A cada ano, o país vem fortalecendo sua posição de grande produtor e exportador de soja, elevando sua participação no mercado, com expectativa de ser líder mundial do fornecimento de soja até 2022, com previsão de produção de 105,39 milhões de toneladas (USDA, 2014). Atualmente, o maior estado produtor de soja é o Mato Grosso, com um volume de 27,86 milhões de toneladas, em uma área de 8,805 milhões de hectares (CONAB, 2016).

A ocorrência de doenças é um dos fatores que podem limitar o potencial de produção da soja. Cerca de 50 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus, associadas à cultura, foram identificadas no Brasil (YORINORI, 2002). Em função do ataque de nematoides, estima-se que, aproximadamente, 10% da produção mundial de soja seja perdida (BARKER, 1998).

No Brasil, os nematoides que causam maiores danos à cultura são os de cisto (*Heterodera glycines* Ichinohe), os nematoides de galhas (*Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e *M. incognita* (Kofoid e White) Chitwood), o nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis* Linford e Oliveira) e o nematoide das lesões radiculares [*Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev e Schuurmans Stekhoven] (FERRAZ, 2001).

Pratylenchus brachyurus é endoparasita migrador que penetra na raiz do hospedeiro para alimentação e reprodução, movendo-se livremente no interior dos tecidos (STIRLING, 1991), danificando-os e causando lesões superficiais e destruição interna das células, predispondo as raízes à infecções secundárias por fungos e bactérias (FERRAZ; MONTEIRO, 1995).

Essa espécie de nematoide possui ampla gama de hospedeiros, como soja, aveia, milho, milheto, girassol, cana-de-açúcar, algodão, amendoim e algumas espécies utilizadas como adubos verdes (DIAS et al., 2012), sendo, portanto, considerado como o segundo grupo mais importante de nematoides fitoparasitas da agricultura (LORDELLO, 1985).

O uso de cultivares resistentes seria a medida de controle ideal no manejo de *P. brachyurus* (FERRAZ, 1996). No entanto, por sua característica de parasitismo, a interação deste nematoide com o hospedeiro torna-se menos complexa, não havendo necessidade de formação de nenhuma célula especializada

de alimentação, como ocorre com os nematoides de cisto, de galha e reniforme, dificultando encontrar fontes de resistência (TOWNSHEND, 1990).

O desenvolvimento de programas específicos de melhoramento de soja para *P. brachyurus* não tem apresentado resultados na obtenção de cultivares resistentes devido, à dificuldade de avaliações em larga escala, uma vez que são muito laboriosas. Outro grande problema é que, na maioria das vezes, os trabalhos encontrados na literatura revelam resultados divergentes, o que pode ser atribuído, em grande parte, à falta de padronização nas metodologias empregadas na avaliação da resistência.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar metodologias para seleção de genótipos de soja quanto à reação a *P. brachyurus* baseadas em diferentes níveis de inóculo e épocas de avaliação, bem como a contribuição da utilização de uma escala de notas em função da percentagem de escurecimento das raízes nas avaliações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA SOJA

2.1.1 Histórico e Características

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma planta da família Leguminosae e tem como centro de origem o continente Asiático. Na América, os primeiros relatos sobre a cultura datam do início do século XIX nos Estados Unidos, como promissora forrageira e produtora de grãos. No Brasil, o primeiro relato de cultivo foi em 1882, no estado da Bahia, chegando a São Paulo em meados de 1890. O início da soja como grande cultura no país aconteceu a partir da década de 40, no Rio Grande do Sul, e foi impulsionada na década de 50, no estado do Paraná, devido às geadas que dizimaram as áreas de cultivo cafeeiras. Na década de 60 e 70, a cultura chegou ao Centro Oeste e na década de 90 avançou para a região sul, tornando-se a maior cultura em área cultivada no Brasil (CÂMARA, 2000).

Dentre os principais motivos da expansão da soja no Brasil, e em todo mundo, estão o elevado teor de proteína nos grãos (cerca de 40%), considerável teor de óleo (aproximadamente 20%), podendo ser utilizada na produção de biocombustível e na alimentação, além do aumento da oferta de tecnologias de produção que permitiram ampliar significativamente a área e a produtividade da cultura (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

2.1.2 Importância Econômica

A soja é a principal *commodity* agrícola no mundo. Na safra de 2014/15, a produção mundial foi de 317,253 milhões de toneladas, em uma área de 118,135 milhões de hectares (USDA, 2016). A estimativa de produção para a safra 2015/16 foi 319 milhões de toneladas. Os maiores produtores mundiais são Estados Unidos, Brasil e Argentina. O Brasil teve uma produção de 95,070 milhões de toneladas na safra 2014/15, com uma área de 31,573 milhões de hectares, atrás apenas dos Estados Unidos, com 108,014 milhões de toneladas, e área semeada de 33,614 milhões de hectares. A estimativa para a safra 2015/2016, no Brasil, é de aumento da área semeada para 32,76 milhões de hectares, com média de

produtividade de 3.098,08 kg/ha e produção total de 100,93 milhões de toneladas (CONAB, 2016). O maior estado produtor de soja no Brasil é o Mato Grosso, com um volume estimado em 27,86 milhões de toneladas, em uma área de 8,805 milhões de hectares, seguido pelo Paraná, com 17,136 milhões de toneladas, em uma área de 5,204 milhões de hectares (CONAB, 2016).

A soja, no Brasil, tem importante papel nas exportações. Na safra 2012/13 foi responsável por cerca de 12,8% de todas as vendas externas e 31% das exportações do agronegócio, movimentando em exportações, só no setor de óleo e farelo, cerca de U\$S 31 bilhões (BRASIL, 2014), sendo a China o principal destino.

2.2 PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS

Devido ao aumento de área cultivada com soja no Brasil, ocorreu também um incremento de ataque de pragas e doenças, convertendo-se estes nos principais fatores limitantes à obtenção de altos rendimentos. Segundo Yorinori (2002), foram identificadas, aproximadamente, 50 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus no Brasil. As perdas anuais de produção de soja causadas por doenças são estimadas em cerca de 15 a 20%. Todavia, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% da lavoura (EMBRAPA, 2007).

Mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo 50 gêneros, foram associadas a cultivos da soja em todo o mundo. No Brasil, as espécies que provocam maiores danos são *Heterodera glycines*, *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus brachyurus* (FERRAZ, 2001).

Os sistemas de plantio de soja atuais, baseados no cultivo quase contínuo da cultura sem a sucessão/rotação com espécies não ou más hospedeiras de fitonematoides, proporcionam condições adequadas para o aumento da incidência destes patógenos nas principais áreas de produção no país, podendo até inviabilizar algumas áreas de cultivo.

2.2.1 Principais Fitonematoides na Soja

O nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*) foi relatado no Brasil pela primeira vez na safra de 1991/1992 e está presente em pelo menos 10

estados (MG, MT, MS, GO, SP, PR, RS, BA, TO e MA) (ALMEIDA; SEIXAS, 2010; DIAS et al., 2010). Esta espécie merece destaque devido ao seu elevado potencial de dano, sua grande diversidade genética e à dificuldade de controle (DIAS et al., 2009). Dependendo do nível de infestação do nematoide de cisto na área, podem ser observadas perdas na produção que variam de 0 a 100% (MENDES; DICKSON, 1992). Algumas medidas ajudam a minimizar as perdas na cultura como rotação/sucessão de culturas com espécies vegetais não hospedeiras e o uso de cultivares resistentes, porém sua erradicação é praticamente impossível, sendo portanto preciso conviver com a presença de *H. glycines* nas áreas infestadas (RIBEIRO et al., 2010).

Embora esse nematoide tenha sido considerado um grande problema desde a sua constatação, no Brasil, considera-se que os nematoides de galhas (*Meloidogyne* spp.) causem perdas ainda maiores à soja (YORINORI, 2000). Isso por apresentarem ampla gama de hospedeiros entre plantas cultivadas e plantas daninhas, diferente do nematoide de cisto que, mesmo parasitando outras espécies de plantas, são mais específicos à cultura da soja (SIKORA; GRECO, 1990). Dentre os nematoides de galhas, o mais agressivo e de ocorrência generalizada é a espécie *M. javanica*.

Através do estilete bucal, os juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne* spp. injetam secreções esofagianas no citoplasma de um pequeno grupo de células localizadas no cilindro vascular ou nas suas adjacências; provocam uma alteração morfológica e fisiológica dessas células, passando a ser chamadas de células gigantes. A partir disso, os nematoides passam a ingerir o conteúdo citoplasmático destas células, nesse instante as células gigantes conectam-se às células saudáveis vizinhas, recebendo parte dos solutos e fotoassimilados produzidos pelas plantas; assim, os nematoides conseguem se alimentar até atingirem seu estágio adulto (ASMUS, 2001).

Assim como para o nematoide de cisto, as medidas de controle mais eficientes para os nematoides de galhas são a rotação/sucessão de culturas com plantas não hospedeiras e o uso de cultivares resistentes (RIBEIRO, 2010). Em situações de altos níveis populacionais do nematoide, a rotação com culturas não hospedeiras deve ser feita anteriormente à instalação da cultivar resistente, pois todas as cultivares de soja com resistência descendem de uma única fonte, a cultivar norte americana Bragg, sendo assim, o nível de resistência destas cultivares

não é muito alto (DIAS et al., 2007).

O nematoide reniforme (*R. reniformis*) é um dos principais nematoides que parasitam a cultura do algodoeiro (STARR, 2005), entretanto, também pode causar danos na cultura da soja, dependendo da cultivar e da densidade populacional no solo. Em geral, a rotação de culturas com cultivares de soja resistentes ao nematoide de cisto reduz, também, a população de *R. reniformis*, com exceção das descendentes de PI88788 e alguns híbridos de milho (DIAS et al., 2007).

O nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.) é um dos mais importantes grupos de nematoides fitoparasitos no mundo. A espécie *P. brachyurus* tem destaque, por tratar-se de um nematoide agressivo, apresentar alto grau de polifagia e ampla distribuição geográfica, podendo ocasionar grandes perdas econômicas (FERRAZ, 2006). No Brasil, a ocorrência de *P. brachyurus* em lavouras de soja é comum, porém perdas causadas por estes nematoides à cultura são ainda desconhecidas (RIBEIRO, 2009; SILVA et al., 2003). Segundo Ferraz (1996), a utilização de uma variedade de soja resistente a *P. brachyurus* seria a prática ideal de manejo da praga.

2.2.1.1 *Pratylenchus* spp. (Nematoides das lesões radiculares)

O gênero *Pratylenchus* Filipjev, 1936 é o mais conhecido entre os pertencentes à família *Pratylenchidae* Thorne, 1949. No mundo, o gênero *Pratylenchus* possui cerca de 70 espécies, das quais apenas seis são frequentemente encontradas no Brasil, associadas à diferentes culturas: *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev e Schuurmans Stekhoven, *P. coffeae* (Zimmermann) Filipjev e Schuurmans Stekhoven, *P. jaehni* Inserra et al., *P. penetrans* (Cobb) Chitwood e Oteifa, *P. vulnus* Allen e Jensen e *P. zae* Graham (GONZAGA, 2006). Devido às lesões necróticas que causam nas raízes do hospedeiro, as espécies do gênero *Pratylenchus* são conhecidas como causadoras de lesões radiculares (TIHOHOD, 2000).

Segundo Ferraz (2006), dentre as espécies mais frequentes no mundo, destaca-se *P. brachyurus*, devido à sua ampla distribuição geográfica, alto grau de polifagia e ação patogênica pronunciada em várias culturas anuais e perenes de interesse agrônomo, podendo ocasionar grandes perdas econômicas.

Esse nematoide tem vasta disseminação no país. Na região central, tem causado expressivas perdas nas últimas safras na cultura da soja. No estado do Mato Grosso está amplamente distribuído nas plantações de soja, sendo frequente em 96% das amostras coletadas (RIBEIRO, 2010).

As reduções de produtividade causadas por *P. brachyurus* na soja têm aumentado, especialmente no Brasil Central, estimando-se reduções de 21 a 30% (DIAS et al., 2010; ANTONIO et al., 2012).

Segundo Ribeiro (2009), a importância econômica desses nematoides tem aumentado com a intensificação de cultivos intercalados. Isso pode estar ligado com o cultivo contínuo de uma mesma espécie vegetal, principalmente, soja, algodão ou feijão; a rotação ou sucessão com culturas hospedeiras de *P. brachyurus* (maioria dos genótipos de soja, feijão, algodão, milho, sorgo e de diversas gramíneas forrageiras, além de muitos genótipos de girassol e milheto); outro fator que pode estar ligado a essa ascensão é a utilização do sistema de plantio direto ou cultivo mínimo, que mantém o solo com umidade elevada e adequada para os nematoides.

Seu ciclo de vida completa-se em quatro a oito semanas. Em temperaturas entre 30-35°C, o ciclo completa-se em 28 dias (CASTILLO; VOVLAS, 2007). Sua reprodução é tipicamente partenogenética e os machos são raros. O ciclo de vida inicia quando as fêmeas depositam seus ovos geralmente dentro das raízes. A primeira ecdise ocorre dentro do ovo e, quando ocorre eclosão, os juvenis de segundo estágio iniciam a alimentação. Por serem endoparasitas migradores não formam sítio permanente de alimentação, como no caso de *H. glycines*, *Meloidogyne* spp. e *R. reniformis*. Através de seu estilete, os nematoides absorvem o material pré-digerido após processo de digestão pré-oral do conteúdo citoplasmático de uma célula, geralmente do córtex radicular. À medida que o nematoide se desenvolve, passa por outras ecdises, chegando a juvenil de terceiro e quarto estádios, até o estágio adulto. Habitualmente, as espécies completam todo o seu ciclo dentro da raiz, mas quando esta não oferece alimento, os nematoides são encontrados no solo em busca de novas raízes.

Os sintomas causados por *P. brachyurus* são semelhantes aos demais nematoides, aparecendo na forma de reboleiras, devido à baixa mobilidade desses organismos no solo (DIAS et al., 2007). Em geral, as plantas de soja apresentam nanismo, caule fino, vagem com grãos menores e mal formados,

entrenós e folhas menores. Em virtude do seu tipo de parasitismo (endoparasitas migradores), *P. brachyurus* destrói os tecidos das raízes, causando rompimento superficial e destruição interna, predispondo-os a infecções secundárias através da penetração de fungos e bactérias (LOOF, 1991). O sistema radicular fica reduzido, de cor marrom escura e a raiz principal apodrece, surgindo raízes secundárias (SHARMA, 2002).

Os nematoides das lesões radiculares, além de se hospedarem em plantas cultivadas, também parasitam as plantas daninhas que permanecem na entressafra, dificultando a rotação com culturas não hospedeiras (DIAS et al., 2012)

Os danos causados por *P. brachyurus* às raízes da planta hospedeira estão associados a três tipos de ação: mecânica, resultante da migração típica realizada pelo nematoide no interior do córtex radicular, destruindo grande número de células mesmo sem se alimentar; espoliativa, decorrente da remoção do conteúdo citoplasmático; e, tóxica, resultante da injeção de secreções esofagianas produzidas pelo nematoide no citoplasma das células selecionadas para o parasitismo (FERRAZ, 2006).

2.3 MEDIDAS DE CONTROLE

Para que o manejo de *P. brachyurus* seja bem sucedido, devem-se integrar diversas estratégias e táticas de controle, como o manejo físico, a rotação/sucessão de culturas e o controle genético (GOULART, 2008).

Entretanto, por *P. brachyurus* ser parasita de diversos hospedeiros, não são encontradas muitas opções para o manejo. Entre as alternativas, está o uso de espécies dos gêneros *Crotalaria* spp. e *Tagetes* spp., que apresentam propriedades antagônicas ao nematoide, promovendo redução populacional dos mesmos. Todavia, essas plantas não têm valor econômico, o que dificulta sua utilização e aceitação pelo agricultor.

O controle químico é um método utilizado na forma de tratamento de sementes e na aplicação em sulco de plantio. Atualmente, existem nematicidas de natureza sistêmica, dos grupos químicos carbamatos e organofosforados, disponíveis no mercado para tratamento de sementes que foram desenvolvidos e registrados para a cultura da soja, contribuindo para o controle de nematoides,

especialmente quando associado a outras práticas de manejo (RIBEIRO et al., 2011).

Segundo Bortolini et al. (2013), o uso de tratamento de sementes na soja é eficiente na redução de nematoides; em contrapartida, nem sempre essa redução repercute em melhor desenvolvimento da planta. Os nematicidas não erradicam o nematoide, apenas reduzem as populações nos estágios iniciais das plantas, entretanto normalmente as populações ao final da safra voltam a se estabelecer, o que gera a necessidade de utilização sistemática nas áreas infestadas. De acordo com Kerry (1990), apesar dos nematicidas químicos serem eficientes, são altamente tóxicos e podem contaminar os lençóis freáticos, o que leva à sua restrição, impulsionando as pesquisas com controle biológico e resistência genética. No entanto, é importante ressaltar que tais produtos, quando usados de forma correta e responsável, podem compor o manejo integrado, sem comprometer a sustentabilidade do sistema agrícola, especialmente quando utilizado na forma de tratamento de sementes, no qual a área de contato e quantidade do produto é menor, causando menos impacto negativo ao sistema.

No controle biológico de nematoides, são utilizados diversos inimigos naturais, como protozoários, fungos, bactérias, etc., com destaque para os fungos predadores e endoparasitas (KERRY, 1987). Em geral, os agentes de biocontrole são muito eficientes em controlar os nematoides em condições controladas, porém, devido à complexidade do solo, estes organismos, muitas vezes, não surtem o efeito esperado no campo, principalmente em culturas de larga escala como a soja. Neste contexto, é importante ressaltar que a dificuldade de manejo é o principal adversário do controle biológico, visto ser uma prática que requer certo tempo para o estabelecimento da população antagonista no solo e, conseqüentemente, obtenção de resultados positivos.

Em contrapartida, a resistência genética é considerada a estratégia ideal para o controle de nematoides em soja, pois, além de apresentar baixo custo, não implica em mudanças expressivas no sistema de produção, a não ser a aquisição de sementes de cultivares específicas (MAI, 1985).

De acordo com Boerma e Hussey (1992), algumas vantagens específicas podem ser proporcionadas pelo uso de cultivares resistentes, como suprimir a reprodução da espécie de nematoide em questão; reduzir a duração do

período de rotação com culturas não hospedeiras a fim de diminuir o nível populacional do nematoide; além de reduzir o risco de contaminação do ambiente.

Para as plantas terem um bom desenvolvimento em solos infestados por nematoides, tolerância e resistência são qualidades importantes. A tolerância se destaca quando nematicidas e cultivares resistentes não estão disponíveis (MITTAL et al., 2000). Segundo Barker (1993), tolerância é usada para descrever a capacidade de um hospedeiro para suportar a infecção e a reprodução do nematoide, sem sofrer danos significativos à produtividade.

Kaplan e Davis (1987) dividiram a resposta da resistência a nematoide em fase determinativa e expressiva. A primeira envolve a detecção do nematoide por células da planta, numa reação do tipo elicitador-receptor. O elicitador provavelmente é produzido na glândula esofagiana do nematoide e é injetado no tecido do hospedeiro através do estilete. Esse reconhecimento gera, direta ou indiretamente, um sinal responsável pela reação de hipersensibilidade, ativando genes, síntese de m-RNA e transcrição de DNA. A fase expressiva inclui uma sucessão de eventos de regulação gênica e modificações bioquímicas, iniciados com o processo de sinalização, prevenindo o desenvolvimento do nematoide, não formando normalmente os sítios de alimentação, que se degeneram.

Sendo assim, em raízes de plantas resistentes, poucos nematoides chegam até a fase adulta. Normalmente, também, há formação de número maior de machos e quando eventuais fêmeas se reproduzem, o fazem com taxas mais baixas de fecundidade (MORALES, 2007).

O melhoramento genético vegetal visando incorporar resistência a *P. brachyurus* é considerado difícil, devido à espécie ser polífaga, pouco especializada e de hábito endoparasita migrador (GOULART, 2008). De acordo com Silva (2001), o desenvolvimento de cultivares resistentes está mais avançado onde há relação mais especializada entre o hospedeiro e o parasita, como por exemplo ocorre em *Meloidogyne* spp., *Heterodera* spp. e *Globodera* spp.

A resistência de plantas aos nematoides pode ser avaliada com base na capacidade ou taxa de reprodução dos parasitas. Baseada na contagem dos ovos, juvenis e/ou adultos (conforme o gênero envolvido) extraídos do sistema radicular da planta e do substrato, determina-se o índice de reprodução ou fator de reprodução do patógeno (FR), indicando plantas hospedeiras favoráveis (FR>1) ou más hospedeiras do nematoide (FR≤1) (OOSTENBRINK, 1966).

De acordo com o protocolo do MAPA (2007), para a avaliação de reação de soja a *Meloidogyne* spp. são atribuídas notas de zero a cinco, de acordo com a intensidade de galhas no sistema radicular, onde zero significa ausência de galhas e 5 a intensidade máxima. Cultivares com nota até um são taxadas como resistentes, de um a dois como moderadamente resistentes, e acima de dois como suscetíveis. Para atribuição dessas notas sempre deve ser levado em consideração o comportamento das cultivares padrões estipuladas (DIAS, 2007).

Segundo Mendes e Rodriguez (2000), a avaliação de genótipos de soja visando identificar fontes de resistência a *Meloidogyne* spp. tem resultado em informações contraditórias, em função dos critérios utilizados. Esses autores, ao utilizarem o critério de Canto-Sáenz (SASSER et al., 1984), classificaram as cultivares de soja RS-6 (Guassupi), RS-(Jacuí), UFV-15 (Uberlândia), UFV/ITM-1 como hipersuscetíveis a *M. incognita* raça 3, mas caso fosse utilizado o critério de Oostenbrink (1966), elas receberiam a classificação de resistentes, pois tiveram um $FR < 1,0$. Dias et al. (2010) classificaram através do critério de Canto-Sáenz as cultivares de soja M-Soy 8001, BRS Baliza RR e BRS Eva como tolerantes a *M. ethiopica* (Whitehead, 1968), porém estes materiais tiveram $FR > 1,0$ e seriam classificadas como suscetíveis pelo critério de Oostenbrink (1966).

Em condições de telado, Borges (2006) avaliou a reprodução de *P. brachyurus* em 19 cultivares de soja e considerou que as cultivares FMT-Kaiabi e BRSMT Uirapuru foram as menos favoráveis à reprodução do nematoide.

Ribeiro et al. (2009) avaliando 85 genótipos de soja, em casa de vegetação, semeados em vasos de argila com capacidade de 800 mL, contendo uma mistura de solo e areia na proporção 1:3, inoculando 800 espécimes por planta, e, aos 86 dias após a inoculação, observaram que todos os genótipos testados foram suscetíveis a *P. brachyurus*. Alves et al. (2011), em condições de casa de vegetação, aos 60 dias após a inoculação de 1500 espécimes por planta, analisaram genótipos de soja semeados em copos plásticos de 500 mL com mistura de solo e areia na proporção 1:1 e observaram que os genótipos foram suscetíveis a *P. brachyurus*, exceto a cultivar M-Soy 8757. Esses autores encontraram resultados divergentes, pois o genótipo M-Soy 8757 comportou-se como suscetível ($FR = 4,5$) em um dos trabalhos e resistente ($FR = 0,88$) em outro. Fato semelhante ocorreu com a cultivar M-Soy 109 que apresentou um FR mais baixo ($FR = 2,01$) em uma pesquisa e mais alto ($FR = 13,8$) em outra.

Rocha et al. (2008), ao avaliarem a resistência de 18 genótipos de soja em área naturalmente infestada com *P. brachyurus*, 45 dias após o plantio, observaram grande variação no parasitismo nos diferentes genótipos. Apenas as cultivares A7002 e BRS Favorita RR comportaram-se como resistentes com FR de 0,6 e 0,4, respectivamente, contrastando com o resultado obtido por Ribeiro et al. (2009), que encontraram um FR de 6,5 para a cultivar BRS Favorita RR. Ainda, no trabalho de Rocha et al. (2008), a cultivar BRSGO Chapadões comportou-se como suscetível, diferindo de resultados obtidos por Dias et al. (2007) que consideraram esta cultivar como resistente a *P. brachyurus*.

Alves et al. (2011), em casa de vegetação, avaliou a reação de 25 genótipos a *P. brachyurus*. Os genótipos foram semeados em copos plásticos com capacidade de 500 mL e, 60 dias após inocular uma população de 1500 espécimes por planta, observaram um FR de 2,71 para a cultivar Tabarana, discordando de Silva et al. (2015), que obtiveram um FR de 8,26 para a mesma cultivar. Porém para este ensaio, os 18 genótipos testados foram semeados em vasos de argila com capacidade de 1000 mL, com o nível de inóculo de 600 espécimes por planta e a avaliação foi feita aos 75 dias após a inoculação.

De acordo com Ribeiro (2005), a divergência entre os resultados pode ser devida à falta de padronização metodológica na montagem e avaliação de ensaios em casa de vegetação, principalmente em relação ao nível do inóculo, idade da planta inoculada, época de avaliação, temperatura, entre outros. Segundo Alves (2008), diferenças também são observadas com relação à quantidade de dias para a avaliação após a inoculação, que oscilou entre 60 e 90 dias. Alves et al. (2011), em dois experimentos de soja, em copos plásticos com capacidade de 500 mL, observaram diferentes fatores de reprodução na cultivar Conquista em relação aos níveis de inóculo de 1750 e 1500 nematoides por planta, na avaliação de 60 dias após a inoculação.

O desenvolvimento de programas específicos de melhoramento de soja para *P. brachyurus* não tem obtido resultados consistentes na obtenção de cultivares resistentes, uma vez que as avaliações são muito trabalhosas para os programas de melhoramento, e nas fases iniciais existem um grande número de plantas a serem avaliadas. Outro grande problema é que, na maioria das vezes, os resultados obtidos revelam-se divergentes, sendo isso atribuído em grande parte à falta de padronização e aos diferentes critérios de avaliação nos estudos da

resistência. A maioria dos trabalhos sobre o comportamento de genótipos avalia os resultados com base, principalmente, no FR. Entretanto, para ensaios em grande escala, torna-se inviável o uso rotineiro dessa metodologia. Dessa forma, constitui ferramenta importante o desenvolvimento de metodologias eficazes, padronizadas e que demandem menor tempo quando há necessidade de avaliação de grande número de genótipos. Assim, escalas de notas foram delineadas para aumentar a eficiência na seleção de genótipos de soja resistentes a *P. brachyurus*, visando à economia de tempo sem comprometer a qualidade dos resultados.

No intuito de contribuir com a padronização metodológica e simplificar as avaliações de ensaios em casa de vegetação e campo, alguns autores têm elaborado escalas visuais de notas para avaliação da resistência de genótipos de soja a *P. brachyurus*. Dias et al. (2007) e Andrade et al. (2009) analisaram a intensidade de escurecimento de raízes com sintomas de ataque desse nematoide e verificaram que todos os genótipos analisados apresentaram notas com níveis de escurecimento nas raízes variando de 1,1 a 2,4, considerando uma escala de 0 a 3.

Souza (2009) propôs uma escala de notas para o desenvolvimento do sistema radicular de plantas parasitadas por *P. brachyurus*, atribuindo: nota 1 para sistema radicular bem desenvolvido; nota 2 para sistema radicular com desenvolvimento intermediário; e nota 3 para sistema radicular pouco desenvolvido.

Figueiredo (2013), por sua vez, desenvolveu uma escala de notas de escurecimento de raiz, que varia de 0 a 5, onde 0 = ausência de segmentos de raízes lesionadas e 5 = mais de 85% das raízes lesionadas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V.; CELLA, V.; DAROIT, L.; SILVA, J.F. Reação de diferentes genótipos de soja ao nematóide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., 2009; MERCOSOJA, 2009, Goiânia. **Anais....**Londrina. Embrapa Soja, 2009. Seção Trabalhos, t. 3. 1 CD-ROM
- ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. **SOJA – Doenças Radiculares e de Hastes e Inter – relações com o Manejo do Solo e da Cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2010.
- ALVES, T. C. U. **Reação de cultivares de soja aos nematóides das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus***. 2008. 36 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- ALVES, T. C. U.; SILVA, R. A.; BORGES, D. C.; MOTTA, L. C. C.; KOBAYASTI, L. **Reação de cultivares de soja ao nematóide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus***. Revista Biodiversidade v. 10, n. 1, 2011.
- ANTONIO, S. F.; MENDES, F. L.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; DIAS, W. P.; RAMOS-JR, E. U.; GOULART, A. M. C.; SILVA, J. F. V. Perdas de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares em Vera, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: EMBRAPA: Soja, 2012. p. 1-4.
- ASMUS, G. L. Danos causados à cultura da soja por nematóide do gênero *Meloidogyne* In: FERRAZ, L. C. C. B.; ASMUS, G. L.; CARNEIRO, R. G.; MAZAFFERA, P.; SILVA, J. F. V. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja**. Londrina: Embrapa. 2001. p.39-62.
- BARKER, K. R. Introduction. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINHAN, G. L. (Ed.). **Plant and nematodes interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. p. 1-120.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro**. 2014. Disponível em: <agrostat.agricultura.gov.br />. Acesso em : 29 ago. 2015
- BOERMA, H. R.; HUSSEY, R. S. Breeding plants for resistance to nematodes. **Journal of Nematology**, v. 24, p. 242-252, 1992.
- BORGES, D. C. **Reprodução do nematoide *Pratylenchus brachyurus* em diferentes variedades de soja**. 2006. 33 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Educacional Matogrossense. Várzea Grande
- BORTOLINI, G. L.; ARAÚJO, D. V.; ZAVISLAK, F. D.; ROMANO JUNIOR, J.; KRAUSE, W. **Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de sementes de soja**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013

CÂMARA, G.M.S. **Soja: Tecnologia da produção**. 2ed. Piracicaba:ESALQ/LVP, 2000. 450p.

CASTILLO, P.; VOVLAS, N. ***Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae)**: Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management. Leiden: Brill, 2007. 529 p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2015/2016. Disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_02_04_11_21_34_boletim_graos_fevereiro_2016_ok.pdf. Acesso em 10 de janeiro de 2016.

DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. Nematóides de importância para a soja no Brasil. **Boletim de Pesquisa de Soja**, Rondonópolis, n. 11, p. 173 – 183, 2007.

DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. E. S.; GARCIA, A.; ARIAS, C. A. A. Nematóide de Cisto da Soja: Biologia e Manejo Pelo Uso da Resistência Genética. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 1, p. 1-16, 2009.

DIAS, W.P.; ASMUS, G.L.; SILVA, J.F.V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G.E.S. Nematóides. In: Almeida, A.M.R.; Seixas, C.D.S.(Ed.) **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações como manejo do solo e da cultura**. Embrapa Soja: p. 173-206. Londrina, 2010.

DIAS, W. P.; ORSINI, I.P.; RIBEIRO, N.R.;PARPINELLI, N.M.B.; FREIRE, L.L.; Hospedabilidade de plantas daninhas a *Pratylenchus brachyurus*. **Anais**, XXX Congresso Brasileiro de Nematologia, Uberlândia, MG, 2012.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2007**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007, 225p.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. FAOSTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 27 de agosto. 2015.

FERRAZ, L. C. C. B. Reações de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 20, n. 1, p. 22-31, 1996.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematóides. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. São Paulo: Ceres, 1995. V. 1, p. 168-201.

FERRAZ, L. C. C. B. As meloidoginoses da soja: passado, presente e futuro. In. SILVA, J. F. V.; MAZAFFERA, P.; CARNEIRO, R. G.; ASMUS, G. L. & FERRAZ, L. C. C. B. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina, Embrapa Soja: Sociedade de Nematologia, 2001. 127p.

FERRAZ, L. C. C. B. O nematóide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 96, p. 23-32, 2006.

FIGUEIREDO, A. **ESTUDO DE VARIÁVEIS ECOLÓGICAS DE *Pratylenchus brachyurus* EM SOJA E ELABORAÇÃO DE UMA ESCALA DE NOTAS PARA**

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS A CAMPO, 2013. 86f. Tese, Doutorado em Agronomia. Unesp, Câmpus de Jaboticabal – SP, 2013.

GOULART, A. M. C. **Nematoides das lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*)**. 2008. Disponível em: <http://www.agrosoft.com/br/nematoides-das-lesoes-radiculares-genero-pratylenchus/artigos/>. Acesso em : 27 ago. 2015

GONZAGA, V. **Caracterização morfológica, morfométrica e multiplicação *in vitro* das seis espécies mais comuns de *Pratylenchus* Filipjev, 1936 que ocorrem no Brasil**. 2006.79p. Tese (Doutorado em produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2006.

HIRAKURI, M.H.; LAZZAROTTO, J.J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Documentos Embrapa. Londrina, n.349, 2014.

KAPLAN, D. T.; DAVIS, E. L. Mechanisms of plant incompatibility with nematodes. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D.W (Ed.) **Vistas on Nematology**, Hyattsville: Society of Nematologists, 1987. P.267-276

KERRY, B. R. Biological control. In: BROWN, R. H.; KERRY, B. R. (ed). **Principles and practice of nematode control in crops**. London: Academic Press, 1987. p. 233-263.

KERRY, B. R. An Assessment of Progress toward Microbial Control of Plant-parasitic Nematodes. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 22, n. 4, p. 621-63, 1990.

LOOF, P. A. A. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. In: NICKLE, W. R. (Ed.). **Manual of agricultural nematology**. New York: Marcel Dekker, 1991. p. 363-421.

LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. São Paulo: Nobel, 1985.

MAI, W. F. Plant parasitic nematodes: their threat to agriculture. In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C. (Ed.). **An advanced treatise on *Meloidogyne*: biology and control**. Raleigh: North Caroline State university Graphics, 1985. V. 1, p.11-17.

MENDES, M. L.; DICKSON, D.W. O nematoide de cisto da soja *Heterodera glycines*, no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 25., 1992, Gramado, RS. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 17, n. 2, p. 182, ago. 1992.
Resumos.

MENDES, M. L.; RODRIGUEZ, P. B. N. Reação de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] aos nematóides de galhas *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raças 1, 2, 3 e 4. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 211-217, 2000.

MITTAL, A.; KUMA, V.; AHMAD, I. Status and prospects of nematode resistance in crop plants a review. **Agricultural Reviews**, v. 12, n. 1, p. 16-25, 2000.

MORALES, A. M. R. **Análise da expressão de genes relacionados à resistência a *Meloidogyne javanica* em soja, através da técnica de PCR em tempo real**. 2007. 102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, Jaboticabal, 2007

OOSTENBRINK, M. Major characteristic of relation between nematodes and plants. **Mededelingen Landbouwhoge school**, Wageningen, v. 66, n.4, p.1-46, 1966.

RIBEIRO, N.R., **Variabilidade Intraespecifica de *Meloidogyne javanica* (Nematoda: Meloidogynedae) em soja no Brasil**. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2005. 114p.

RIBEIRO, N.R. **Avaliação de espécies vegetais e cultivares de soja para a composição de esquemas de rotação ou sucessão de culturas para o manejo de *Pratylenchus brachyurus***. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Londrina, 2009. 56 f.: il.

RIBEIRO, N.R.; DIAS, W. P.; SANTOS, J.M. Distribuição de fitonematoides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. **Boletim de Pesquisa de Soja 2010, Fundação Mato Grosso** – p. 289-296.

RIBEIRO, N.R.; MIRANDA, D.M.; FAVORETO, L. Nematoides, um Desafio Constante. **Boletim de Pesquisa de Soja 2011, Fundação Mato Grosso** – p. 400-414.

RIBEIRO, N.R.; DIAS, W.P.; HOMECHIN, M.; SILVA, J.F.V.; FRANCISCO, A. Avaliação da Reação de Genótipos de Soja ao nematóide das lesões radiculares. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 29, 2007, Campo Grande, MS. **Resumos**. Londrina: Embrapa Soja/ Uniderp, 2007a. p.62-63. (Embrapa Soja. Documentos).

ROCHA, M. R.; SANTOS, L. C.; TEIXEIRA, R. A.; ARAÚJO, F. G.; REZENDE NETO, U. R.; FERREIRA, C. S.; FALEIRO, V. O.; COSTA, R. B. Reação de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus* em área naturalmente infestada. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30, 2008. **Resumos...** Rio Verde: Embrapa/CNPSo, 2008. p. 1410-1441.

SASSER, J. N.; CARTER, C. C.; HARTMAN, K. M. **Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes**. Raleigh: North Carolina State University Graphics. 1984, 7 p.

SHARMA, R. D.; CALVACANTE, M. J. B.; MOURA, G. M.; VALENTIM, J. F. Nematoides associados a genótipos de soja cultivados no Acre, Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 26, n. 1, p. 109-111, 2002.

SIKORA, R. A.; GRECO, N. Nematode parasites of food legumes. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Ed.) **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, p. 181-235. 1990.

SILVA, J. F. V. Resistência genética de soja a nematóides do gênero *Meloidogyne*. In: FERRAZ, L. C. C. B.; ASMUS, G. L.; CARNEIRO, R.G.; MAZAFFERA, P.; SILVA, J. F. V. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja**. Londrina: Embrapa/CNPSo, 2001. p. 95-127

SILVA, G. S.; SANTOS, T. F. S.; SILVA, I. C. D.; SILVA, M. B. S.; BORGES, G. A. N.; Reação de genótipos de soja ao nematóide das lesões radiculares.

ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n. 22, p.187

SOUZA, R. A. **QUANTIFICAÇÃO DE *Pratylenchus brachyurus* EM GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* L.) Merrill, EM TUPIRAMA –TO**. 2009. 62 f. Dissertação, mestrado em fitopatologia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2009.

STARR, J.L.; CARNEIRO, R.G.; RUANO, O. Nematode parasites of cotton and other tropical fibre crops. In: LUC, M; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. (Ed.) **Plant Parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. 2. ed. Wallingford: CAB International Publishing, 2005. p. 733-750.

STIRLING, G. R. **Biological control of plant parasitic nematodes**. Brisbane: CAB International, 1991. 282 p.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 473 p.

TOWNSHEND, J.L. **Methods for evaluating resistance to lesion nematodes, *Pratylenchus* species**. In: STARR, J.L. (Ed.). Methods for evaluating plant species for resistance to plant-parasitic nematodes. Hyattsville, Maryland: The Society of Nematologists. 1990. p. 33-41.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Market and trade data**. 2014. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/data> Acesso em: 28 ago 2015.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Market and trade data**. 2016. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/data> Acesso em: 10 de janeiro de 2016

YORINORI, J. T. Riscos de surgimento de novas doenças na cultura da soja. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1., 2000, Cuiabá. **Anais...**Cuiabá: Fundação MT, p. 165-169. 2000.

YORINORI, J.T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, II, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: Embrapa CNPSoja, 2002. p.171-187.

3 ARTIGO – REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA A *Pratylenchus brachyurus* EM DIFERENTES ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO E NÍVEIS DE INÓCULO

3.1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar metodologias para seleção de genótipos de soja quanto à reação a *P. brachyurus* baseadas em diferentes níveis de inóculo e épocas de avaliação, bem como a contribuição da utilização de uma escala de notas em função da porcentagem de escurecimento das raízes nas avaliações. Foram conduzidos dois ensaios em casa de vegetação, na estação da GDM GENÉTICA DO BRASIL LTDA, em Cambé-PR em 2015. No primeiro ensaio verificou-se a reação de 45 genótipos de soja a *P. brachyurus* aos 45, 60 e 90 dias após a inoculação de 600 espécimes/planta. Para o segundo ensaio foram selecionados nove dos genótipos estudados anteriormente e acrescentado o genótipo 46, não utilizado no ensaio I; esses 10 genótipos foram avaliados aos 45 e 60 dias após a inoculação de 800 e 1000 espécimes/planta. O delineamento experimental de ambos foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com cinco repetições. As variáveis avaliadas foram: fator de reprodução, número de nematoides por grama de raiz (nem/g raiz) e escala de notas para escurecimento de raízes. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os dois ensaios apresentaram interação significativa entre os fatores, apontando dependência entre genótipo, época de avaliação e nível de inóculo para as variáveis respostas. No primeiro ensaio, houve diferença significativa entre os genótipos para FR e nem/g raiz quando se avaliou aos 60 e 90 dias após a inoculação, mas não aos 45 dias. De modo geral, maiores valores de FR e nem/g raiz foram obtidos na avaliação mais tardia, o que não se repetiu para nota, que apresentou maiores médias aos 60 dias. No segundo experimento, aos 45 dias de avaliação não houve diferença significativa entre os genótipos para as três variáveis avaliadas, nos dois níveis de inóculo utilizados. Por outro lado, aos 60 dias, para FR e nem/g raiz, os genótipos diferiram entre si, apenas no nível de 800 espécimes/planta. No entanto, de acordo com as notas de escurecimento, nos dois níveis de inóculo estudados, os genótipos apresentaram diferença estatística entre si. No entanto, não houve diferença de escurecimento entre os níveis de inóculo utilizado. Portanto, nas condições deste trabalho, não recomenda-se a avaliação aos 45 dias após a inoculação dos nematoides; recomenda-se a inoculação de 800 indivíduos por planta e avaliação aos 60 dias; e a escala visual de notas pode ser uma ferramenta importante para auxiliar na seleção de genótipos para programas de melhoramento; porém são necessários mais estudos em nível de campo.

Palavras-chave: *Glycine max*, metodologia de avaliação, nematoide das lesões radiculares, níveis de inóculo

3.2 ABSTRACT

The objective of this work was to study methodologies for selection of soybean genotypes for resistance to *P. brachyurus* based on different levels of inoculum and evaluation periods, as well as the contribution of the use of a visual rating scale according to the percentage of dark roots in the ratings. Two experiments were conducted in a greenhouse in the GDM GENÉTICA DO BRASIL LTDA. station in Cambé - PR in 2015. In the first experiment checked the reaction of 45 soybean genotypes to the nematode at 45, 60 and 90 days after inoculation of 600 specimens / plant. For the second 9 genotypes were selected previously studied, added the genotype 46, not used in the first test and evaluated at 45 and 60 days after inoculation of 800 and 1000 specimens / plant. The experimental design of both was completely randomized in a factorial design with five repetitions. The variables evaluated were: reproduction rate, the number of nematodes per root gram (or / g root) and note for roots darkening. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by the Scott-Knott test at 5% probability. Both trials showed a significant interaction between the factors pointing dependence between genotype, timing, and level of inoculum for the response variables. In the first trial, there were significant differences among genotypes for FR and nematode/g root when evaluated at 60 and 90 days after inoculation, but not 45 days. In general, higher FR values and nematode/ g root were obtained in the later evaluation, which was not repeated to note that had higher averages 60 days. In the second trial, the 45 day trial there was no significant difference between genotypes for the three variables evaluated in the two inoculum levels used. Furthermore, at 60 days, FR and nematode/ g root genotypes differed only in the level of 800 specimens / plant. However, according to the blackout notes, the two inoculum levels studied, the genotypes showed no statistical difference between them. However, there was no difference to root darkening between the levels of inoculum used. Therefore, in the conditions of this work, not recommended to the evaluation at 45 days after inoculation of nematodes; it is recommended to inoculate 800 specimens per plant and evaluation at 60 days; and the visual rating scale can be an important tool to assist in the selection of genotypes for breeding programs; but more studies are needed in the field level.

Key words: *Glycine max*, methodology of evaluation, root lesion nematode, inoculum levels.

3.3 INTRODUÇÃO

O gênero *Pratylenchus* Filipjev 1936 é o mais conhecido entre os pertencentes à família Pratylenchidae Thorne, 1949 Godfrey. Engloba cerca de 70 espécies, sendo seis encontradas no Brasil, associadas à diferentes culturas, sendo: *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev e S. Stekhoven, *P. coffeae* (Zimmermann) Filipjev e Schuurmans Stekhoven, *P. jaehni* Inserra et al., *P. penetrans* (Cobb) Chitwood e Oteifa, *P. vulnus* Allen e Jensen e *P. zaeae* Graham (GONZAGA, 2006).

Pratylenchus brachyurus, conhecido como nematoide das lesões radiculares, é uma das espécies de maior destaque em todo mundo. Sua relevância está associada principalmente à ampla distribuição geográfica, alto grau de polifagia, e ação patogênica pronunciada em várias culturas anuais e perenes de importância agrônômica, podendo ocasionar grandes perdas econômicas (FERRAZ, 2006).

No Brasil, a ocorrência de *P. brachyurus* em lavouras de soja é comum, porém as perdas causadas por estes nematoides à cultura não são totalmente conhecidas (SILVA et al., 2003). Segundo Ribeiro et al. (2009), *P. brachyurus* já se encontrava bem distribuído em diversas regiões do país, porém, com a intensificação de cultivos intercalados, a importância econômica da espécie tem aumentado.

As reduções de produtividades causadas por *P. brachyurus* na soja, especialmente no Brasil Central, são estimadas em até 21% (ANTONIO et al., 2012). Para que o manejo de *P. brachyurus* seja bem-sucedido, torna-se essencial a integração de diversas estratégias, como a rotação/sucessão de culturas e o controle genético (GOULART, 2008).

O uso de cultivares resistentes é a medida ideal no manejo das fitonematoses (FERRAZ 1996). No entanto, devido à característica de parasitismo desse grupo de nematoides, a interação com o hospedeiro torna-se menos complexa, não havendo necessidade de formação de célula especializada de alimentação, como ocorre com os nematoides de cisto, de galha e reniforme, dificultando o estudo de fontes de resistência (TOWNSHEND, 1990).

Outro fator que dificulta o estudo da reação das plantas ao nematoide das lesões é a falta de padronização das metodologias, bem como dos parâmetros usados para as avaliações. A maioria dos trabalhos sobre o comportamento de genótipos avalia os resultados com base, principalmente, no fator

de reprodução (FR). Entretanto, para ensaios em grande escala, as avaliações com base no FR são trabalhosas e, por vezes, inviáveis.

Visando a economia de tempo sem comprometer a qualidade dos resultados, escalas de notas foram delineadas para aumentar a eficiência na seleção de genótipos de soja quanto à resistência a *P. brachyurus*. Dias et al. (2007) e Andrade et al. (2009) analisaram a intensidade de escurecimento de raízes com sintomas de ataque desse nematoide e verificaram que todos os genótipos analisados apresentaram níveis de escurecimento nas raízes com notas variando de 1,1 a 2,4, considerando uma escala de 0 a 3. Souza (2009) propôs uma escala de notas para o desenvolvimento do sistema radicular de plantas parasitadas por *P. brachyurus*, atribuindo: nota 1 para sistema radicular bem desenvolvido; nota 2 para sistema radicular com desenvolvimento intermediário; e nota 3 para sistema radicular pouco desenvolvido. Nesse contexto, Figueiredo (2013) propôs uma avaliação da resistência de genótipos de soja a *P. brachyurus* com base em uma escala visual de notas atribuídas ao sistema radicular, em função da percentagem da área lesionada das raízes.

Assim, considerando a crescente preocupação com o aumento da incidência do nematoide das lesões em áreas produtoras de soja, pela dificuldade de manejo, falta de informação sobre as reações de cultivares e falta de padronização de metodologias para avaliação de ensaios em casa de vegetação, este trabalho teve por objetivo estudar metodologias para avaliação da reação de genótipos de soja a *P. brachyurus*.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois ensaios em casa de vegetação na empresa GDM GENÉTICA DO BRASIL LTDA. (23° 14' 4,43" S | 51° 15' 15,44" L), localizada em Cambé-PR.

Ensaio I

O ensaio I foi conduzido no período de fevereiro a maio de 2015. Nesse período as médias das temperaturas mínimas e máximas foram de 22°C e 29°C. As regas foram diárias e os tratos culturais foram empregados de acordo com os exigidos pela cultura.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 45 x 3 (45 genótipos de soja x 3 épocas de duração do ensaio), com cinco repetições.

O inóculo de *P. brachyurus* foi obtido a partir de uma população pura mantida em casa de vegetação e multiplicada em quiabo cultivar Santa Cruz. Foi realizada a extração dos espécimes (juvenis e adultos) seguindo uma adaptação da metodologia de Boneti e Ferraz (1981), em que as raízes foram lavadas em água corrente, cortadas em pedaços de aproximadamente 1 a 2 cm e trituradas em liquidificador com água, por 30 segundos. A suspensão foi vertida em peneiras acopladas de 60 e 500 mesh e lavada em água corrente. O material retido na peneira de 500 mesh foi recolhido em um becker com auxílio de uma pisseta com água. Nesta suspensão estimou-se a concentração do inóculo, com o auxílio de microscópio óptico em uma câmara de contagem de Peters, ajustando a concentração da suspensão para o nível desejado.

Três sementes de cada genótipo de soja foram semeadas em tubetes com capacidade para 300 mL de solo, contendo mistura de solo e areia na proporção 1:3 autoclavada a 121°C por 2 horas. O desbaste foi feito sete dias após a emergência, deixando apenas uma plântula por vaso. Após o desbaste, com uma pipeta automática, cada plântula foi inoculada com 600 espécimes de *P. brachyurus* aplicados em 5 mL de suspensão em um orifício aberto próximo as raízes. Plantas de quiabo cv. Santa Cruz foram usadas como padrão de viabilidade de inóculo.

Aos 45, 60 e 90 dias após a inoculação, foram coletadas separadamente as raízes de cada genótipo, lavadas e pesadas em balança analítica. Em seguida, foram atribuídas notas para o escurecimento das raízes com base em uma escala de notas desenvolvida por Figueiredo (2013), onde:

Nota 0: 0% de segmentos de raízes lesionadas;

Nota 1: 0,1 - 15,0% de segmentos de raízes lesionadas;

Nota 2: 15,1 - 25,0% de segmentos de raízes lesionadas;

Nota 3: 25,1 - 50,0% de segmentos de raízes lesionadas;

Nota 4: 50,1 - 85,0% de segmentos de raízes lesionadas;

Nota 5: acima de 85,0% de segmentos de raízes lesionadas.

Na sequência as raízes foram processadas para avaliação da quantidade de nematoides por grama de raiz e determinação do fator de reprodução dos nematoides ($FR = \text{população final/população inicial}$) em cada genótipo, como proposto por Oostenbrink (1966), onde $FR \leq 1$ confere reação de resistência ao genótipo e $FR \geq 1$ confere reação de suscetibilidade.

Para a extração dos nematoides, as raízes de cada planta foram trituradas em liquidificador seguindo uma adaptação da metodologia de Boneti e Ferraz (1981) e a quantificação dos nematoides foi feita ao microscópio óptico, com o auxílio da câmara de Peters.

Ensaio II

O ensaio II foi conduzido no período de julho a setembro de 2015. Nesse período as médias das temperaturas mínimas e máximas foram de 20°C e 28°C. As regas foram diárias e os tratos culturais foram empregados de acordo com os exigidos pela cultura.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 10 x 2 x 2 (10 genótipos x 2 épocas de avaliação x 2 níveis de inóculo), com cinco repetições.

Com base nos resultados do ensaio I, foram selecionados nove genótipos de acordo com o FR e acrescentado o genótipo 46, não utilizado no

ensaio I. Foram utilizadas, também, plantas de quiabo cv. Santa Cruz como padrão de viabilidade do inóculo.

Em virtude da pequena quantidade de genótipos, esses foram semeados em bandejas plásticas contendo areia. Após sete dias, as plântulas foram transplantadas para tubetes com capacidade para 300 mL de solo, contendo substrato composto por mistura de solo e areia na proporção 1:3 autoclavado a 121°C por 2 horas. A inoculação com 800 e 1000 indivíduos de *P. brachyurus* em cada plântula, foi feita diretamente sobre as raízes no momento do transplântio. Após a inoculação, as avaliações ocorreram aos 45 dias e 60, sendo realizadas conforme descrito no ensaio I.

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2002).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o ensaio I, a análise de variância evidenciou diferença significativa entre genótipos e épocas de avaliação, bem como para interação entre os dois fatores para valores médios de FR, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise de variância dos dados de fator de reprodução de *P. brachyurus* transformados por $\sqrt{X+1}$ para 45 genótipos de soja avaliados aos 45, 60 e 90 dias após a inoculação, em esquema fatorial, com cinco repetições.

FV	GL	SQ	QM	F
Genótipos	44	30,55	0,69	3,13 **
Épocas	2	10,40	5,20	23,48 **
Genótipos x Épocas	88	28,61	0,32	1,46 **
Tratamentos	134	69,58	0,51	2,34 **
Resíduo	540	119,63	0,22	
Total	674	189,21		

CV% = 25.05

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

FV = Fonte de variação

GL = Graus de liberdade

SQ = Soma de quadrado

QM = Quadrado médio

F = Estatística do teste F

Na Tabela 2, pode-se observar as médias de FR para a interação entre genótipo e época de avaliação, destacando a dependência entre os fatores. Analisando-se os fatores isoladamente, não houve diferença significativa entre os genótipos, aos 45 dias após a inoculação. Rocha et al. (2008), avaliando 18 genótipos de soja em área infestada por *P. brachyurus*, também, não conseguiram observar diferença no FR dos nematoides aos 45 dias após a semeadura. Aos 60 e 90 dias, os genótipos diferiram entre si. Aos 60 dias, os genótipos dividiram-se em dois grupos, 16 genótipos apresentando maiores valores de FR, com variação média de 2,58 a 5,78 e o grupo que apresentou menores FR incluiu 29 genótipos, com média entre 0,78 a 2,45. Aos 90 dias, os genótipos se dividiram em três grupos, sete genótipos apresentaram maiores valores de FR variando numa média de 6,64 a 9,70; 28 genótipos apresentaram um menor valor de FR, entre 1,20 a 3,38, e 10 genótipos se enquadraram no grupo intermediário apresentando uma média entre 3,89 a 6,16.

Em relação aos genótipos e as épocas de avaliação, de modo geral, os genótipos apresentaram médias de FR significativamente maiores aos 90 dias, não sendo possível observar diferença entre 45 e 60 dias. Esses dados corroboram com os resultados de Santos (2015) e Figueiredo (2013) que, também, encontraram maior FR em avaliações aos 90 dias após inoculação de *P. brachyurus*, diminuindo após esse período.

Tabela 2 – Médias de fator de reprodução de *P. brachyurus* para a interação entre genótipos de soja e épocas de avaliação do ensaio.

Genótipos	Época (dias após a inoculação)		
	45 dias	60 dias	90 dias
1	2,80 aA*	3,49 aA	4,74 aA
2	2,40 aB	2,45 bB	6,64 aA
3	2,48 aA	4,58 aA	7,17 aA
4	2,53 aB	2,40 bB	7,12 aA
5	2,18 aB	3,49 aB	6,98 aA
6	2,66 aA	1,12 bA	2,21 cA
7	3,09 aA	2,58 aA	2,82 cA
8	1,54 aA	1,89 bA	2,96 cA
9	1,57 aA	0,78 bA	1,56 cA
10	1,81 aA	1,62 bA	2,77 cA
11	2,45 aA	2,97 aA	1,73 cA
12	1,86 aA	1,72 bA	1,92 cA
13	1,86 aA	3,04 aA	2,64 cA
14	2,37 aA	1,65 bA	1,42 cA
15	3,28 aA	2,29 bA	3,89 bA
16	2,42 aA	5,22 aA	6,16 bA
17	2,10 aB	5,78 aA	2,50 cB
18	4,34 aA	3,08 aA	2,80 cA
19	1,65 aA	1,49 bA	3,30 cA
20	2,21 aA	1,20 bA	3,38 cA
21	2,93 aB	3,01 aB	7,65 aA
22	1,86 aA	3,25 aA	2,90 cA
23	2,00 aA	0,88 bA	1,62 cA
24	3,22 aB	3,22 aB	6,80 aA
25	2,00 aA	2,13 bA	1,20 cA
26	3,12 aA	2,29 bA	4,80 bA
27	2,18 aA	1,78 bA	2,16 cA
28	3,30 aB	1,93 bB	9,70 aA
29	1,92 aA	5,36 aA	3,89 bA
30	1,78 aA	2,66 aA	4,37 bA
31	2,61 aA	1,81 bA	4,77 bA
32	2,34 aA	2,05 bA	3,01 cA
33	2,40 aA	2,02 bA	4,00 bA
34	2,21 aA	1,38 bA	4,05 bA
35	2,56 aB	1,92 bB	5,57 bA
36	1,30 aB	1,34 bB	4,02 cA
37	2,22 aA	0,98 bA	2,13 cA
38	1,82 aA	1,26 bA	2,18 cA
39	1,70 aA	1,92 bA	3,21 cA
40	3,09 aA	2,10 bA	1,90 cA
41	2,32 aA	1,73 bA	1,65 cA
42	3,09 aA	2,61 aA	2,22 cA
43	2,74 aA	4,02 aA	2,76 cA
44	2,10 aA	1,89 bA	1,89 cA
45	2,50 aA	1,13 bA	1,25 cA

*Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5% de significância

Se fossem avaliados segundo classificação de Oostenbrink (1966), somente três genótipos, avaliados aos 60 dias, seriam considerados resistentes. Todavia, estes mesmos genótipos, quando avaliados em outras épocas, apresentaram um $FR > 1$, que os classificariam como suscetíveis. Assim, devido à grande variabilidade de valores de FR, que podem depender diretamente da metodologia utilizada, em relação ao ambiente, nível de inóculo, recipiente, temperatura, umidade e tempo para avaliação, essa classificação leva a resultados divergentes e possíveis classificações equivocadas.

Teixeira (2013), estudando 29 genótipos de soja, observou que, considerando-se o critério de Oostenbrink (1966), todas as cultivares testadas foram consideradas suscetíveis, enquanto que, ao utilizar o critério de Moura e Régis (1987), há separação entre moderadamente resistente, pouco resistente, suscetível e altamente suscetível.

Em programas de melhoramento genético para *P. brachyurus*, devido à dificuldade de encontrar materiais resistentes, a seleção de genótipos tolerantes torna-se interessante. Materiais são considerados tolerantes quando, apesar de parasitados, conseguem obter boa produtividade. O FR, no entanto, pode não estar relacionado à tolerância, uma vez que um material pode apresentar alto FR e ser tolerante, quando o parasitismo não acarretar grandes perdas de produtividade, e o contrário também torna-se verdadeiro. Portanto, uma forma ideal de seleção de genótipos tolerantes seria aquela que levasse em consideração a produtividade dos mesmos, ou, ao menos, que avaliasse um parâmetro com alta correlação com o rendimento.

Para tanto, a utilização de uma escala de notas referentes à porcentagem de área lesionada/escurecida das raízes, devido ao parasitismo de *P. brachyurus*, poderia contribuir para os trabalhos. Ao obtermos metodologia que consiga discriminar materiais por meio de notas, o próximo passo seria levá-los ao campo para verificar a correlação de escurecimento e produtividade.

Em relação à variável quantidade de nematoides por grama de raiz, a análise de variância, também, apresentou diferença significativa para genótipos e épocas, bem como para a interação entre os mesmos, como indicado na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de variância para quantidade de nematoides por grama de raiz transformados por $\sqrt{X+1}$ para 45 genótipos de soja, avaliados aos 45, 60 e 90 dias após a inoculação de *P. brachyurus*, em esquema fatorial, com cinco repetições.

FV	GL	SQ	QM	F
Genótipos	44	21899,01	497,70	3,29 **
Épocas	2	11060,27	5530,13	36,66 **
Genótipos x Épocas	88	20003,87	227,31	1,50 **
Tratamentos	134	52963,15	395,24	2,62 **
Resíduo	540	81446,51	150,82	
Total	674	134409,67		

CV% = 36.66

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

FV = Fonte de variação

GL = Graus de liberdade

SQ = Soma de quadrado

QM = Quadrado médio

F = Estatística do teste F

Na Tabela 4, pode-se notar que não houve diferença significativa entre os genótipos aos 45 dias após a inoculação, porém, aos 60 e 90 dias os genótipos diferiram entre si. Aos 60 dias, os genótipos dividiram-se em dois grupos, 21 genótipos apresentaram menores valores de quantidade de nematoide/g de raiz variando entre 348,85 a 1298,36, e 24 genótipos enquadraram-se no grupo que apresentou maior quantidade de nematoide/g raiz observando uma média entre 1359,58 a 3142,19. Aos 90 dias, os genótipos se dividiram em três grupos, quatro genótipos apresentaram maiores valores de quantidade de nematoide/g de raiz, variando em média de 2999,76 a 4935,53, 31 genótipos apresentaram um menor valor, variando de 552,50 a 1783,36, e 10 genótipos se enquadraram no conjunto intermediário, apresentando uma média de 1996,27 a 2602,18.

Em relação aos genótipos e as épocas de avaliação, de modo geral, os genótipos apresentaram médias de quantidade de nematoide/g de raiz significativamente maiores aos 90 dias, seguido da avaliação aos 60 dias, e menores médias de nematoide/g de raiz aos 45 dias (Tabela 4).

Tabela 4 – Média do número de nematoides por grama de raiz para a interação entre 45 genótipos de soja e épocas de avaliação aos 45, 60 e 90 dias após a inoculação de *P. brachyurus*.

Genótipos	Época (dias após a inoculação)		
	45 dias	60 dias	90 dias
1	1016,05 aA	2476,28 aA	2397,76 bA
2	863,97 aB	905,66 bB	4141,33 aA
3	1077,92 aA	1812,10 aA	2602,18 bA
4	909,45 aC	3142,19 aB	4935,53 aA
5	683,19 aB	1879,75 aA	2002,22 bA
6	954,05 aA	714,33 bA	830,58 cA
7	788,40 aA	906,64 bA	1201,24 cA
8	671,98 aA	1200,89 bA	950,65 cA
9	1071,49 aA	972,11 bA	931,15 cA
10	591,66 aA	653,57 bA	1555,83 cA
11	763,51 aA	1058,38 bA	802,03 cA
12	827,64 aA	1560,22 aA	1410,94 cA
13	497,82 aB	2525,40 aA	1260,53 cB
14	796,12 aA	604,84 bA	789,36 cA
15	1155,61 aA	1491,36 aA	2022,44 cA
16	609,79 aB	3039,79 aA	2352,42 bA
17	574,05 aA	1785,62 aA	1139,63 cA
18	1881,39 aA	2502,86 aA	2322,13 bA
19	594,30 aA	791,89 bA	1783,36 cA
20	686,00 aA	971,40 bA	1555,95 cA
21	810,48 aA	1517,35 aA	2127,06 bA
22	536,07 aA	1588,22 aA	1334,71 cA
23	838,45 aA	548,55 bA	640,66 cA
24	1004,45 aB	1991,66 aB	3610,78 aA
25	527,02 aA	1137,83 bA	733,63 cA
26	825,96 aA	1009,99 bA	1593,83 cA
27	837,46 aA	1847,90 aA	747,03 cA
28	900,31 aB	738,86 bB	2999,76 aA
29	552,34 aB	2465,13 aA	1583,67 cA
30	628,77 aA	1298,34 bA	1761,44 cA
31	645,66 aA	1964,88 aA	1632,33 cA
32	509,25 aA	1779,94 aA	930,39 cA
33	1000,88 aA	1999,38 aA	2130,98 bA
34	680,00 aA	824,35 bA	1724,45 cA
35	901,47 aA	1400,15 aA	1996,27 bA
36	784,11 aA	620,00 bA	1116,79 cA
37	844,21 aA	376,84 bA	825,48 cA
38	849,18 aA	644,08 bA	860,23 cA
39	824,47 aA	1487,94 aA	1505,22 cA
40	1460,01 aA	1359,58 aA	2404,29 bA
41	766,10 aA	936,92 bA	552,50 cA
42	1940,94 aA	1865,77 aA	2141,65 bA
43	1129,72 aA	1427,85 aA	1124,76 cA
44	583,75 aB	2784,87 aA	959,49 cB
45	941,91 aA	348,85 bA	969,87 cA

*Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5% de significância

Em relação à variável nota para escurecimento das raízes, referente à porcentagem de área lesionada, no primeiro ensaio, a análise de variância demonstrou significância para os fatores genótipos e épocas, bem como para a interação entre eles (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de variância para nota referente à porcentagem de área lesionada das raízes transformada por $\sqrt{X+1}$ para 45 genótipos de soja, avaliados aos 45, 60 e 90 dias após a inoculação de *P. brachyurus*, em esquema fatorial, com cinco repetições.

FV	GL	SQ	QM	F	
Genótipos	44	10,06	0,22	4,82	**
Épocas	2	6,81	3,40	71,90	**
Genótipos x Épocas	88	14,57	0,16	3,49	**
Tratamentos	134	31,46	0,23	4,95	**
Resíduo	540	25,60	0,04		
Total	674	57,07			
CV% = 11,76					

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

De modo geral, as notas maiores foram obtidas quando da avaliação aos 60 dias após a inoculação, seguidas da avaliação aos 90 e 45 dias, que não diferiram entre si. Aos 45 dias, a média das notas ficou entre 1,4 e 3,4; aos 60, entre 1,60 e 4,6 e aos 90 dias, 1,0 e 5,0. O fato do escurecimento ter sido maior aos 60 que aos 90 dias pode ser explicado por um possível super enraizamento próximo ao colo da planta, sintoma comum, além da redução da raiz principal, quando trata-se de avançado parasitismo por *P. brachyurus* (RIBEIRO et al., 2010).

As maiores notas aos 60 dias indicam uma possível resposta sobre a época ideal para distinguir materiais em avaliação a campo. Levando em consideração que nessa época ocorreu o maior ataque dos nematoides obtido dentre os períodos avaliados, esse resultado deve ser comprovado através de futuras pesquisas a campo. Se encontrada uma correlação de notas com a produtividade de cada cultivar, seria possível eliminar de um programa de melhoramento as cultivares que tiveram perdas de produtividade através de notas atribuídas a esses materiais.

As maiores notas observadas aos 60 dias após inoculação com 600 espécimes/planta tornam essa metodologia promissora para seleção de genótipos

tolerantes a *P. brachyurus*, uma vez que se consiga correlacionar o escurecimento das raízes com a produtividade dos materiais em campo, pois, neste caso, seria possível eliminar materiais suscetíveis na etapa inicial do programa, que trabalha com uma quantidade muito grande de linhagens.

Todavia, para os materiais selecionados, deve ser feita uma caracterização mais detalhada ao fim do programa de melhoramento, uma vez que a quantidade de materiais é muito menor que as do início da pesquisa. O FR e a avaliação aos 90 dias da inoculação, também, poderiam ser utilizados, o que permitiria uma maior reprodução dos nematoides, confirmando a reação dos materiais.

Tabela 10 – Médias de notas para escurecimento de raízes, para a interação entre genótipos e épocas de avaliação em genótipos de soja inoculados com *P. brachyurus*.

Genótipo	Época (dias após a inoculação)		
	45 dias	60 dias	90 dias
1	2,2 bA	3,2 aA	1,2 cB
2	2,8 aA	3,4 aA	1,8 cB
3	3 aA	2,8 bA	1,6 cB
4	2,6 aB	4,4 aA	1,4 cC
5	3 aB	4,2 aA	2,4 bB
6	1,8 bB	4 aA	2,4 bB
7	2,2 bA	2,6 bA	2,4 bA
8	3,4 aA	3 bA	3,2 bA
9	2,8 aA	2,8 bA	2,4 bA
10	2 bB	3,8 aA	2 cB
11	2,2 bB	3,6 aA	2 cB
12	2,2 bB	3,4 aA	1,4 cB
13	1,8 bB	3,6 aA	1,6 cB
14	2 bA	2,6 bA	1,6 cA
15	2,8 aA	3 bA	2,8 bA
16	1,6 bB	3 bA	1,2 cB
17	2 bB	3,2 aA	1,4 cB
18	1,4 bB	2,2 bB	4,2 aA
19	1,8 bB	4,6 aA	4 aA
20	1,6 bB	2,8 bA	1,4 cB
21	2,6 aB	3,8 aA	2,4 bB
22	2,2 bA	2,4 bA	1,4 cA
23	2,6 aA	2,6 bA	1,8 cA
24	1,8 bB	2,6 bA	1,2 cB
25	1,4 bB	3 bA	2,6 bA
26	1,8 bB	3 bA	1,8 cB
27	2,2 bA	2,2 bA	2,4 bA
28	2 bA	2,4 bA	3 bA
29	2,2 bB	3 bA	1,6 cB
30	2 bA	2 bA	1,4 cA
31	2,6 aB	4 aA	2 cB
32	3 aA	2,6 bA	1,6 cB
33	2,4 aB	3,8 aA	2,6 bB
34	3 aA	2,8 bA	3,2 bA
35	2,2 bB	4 aA	2,6 bB
36	1,6 bA	2 bA	2,6 bA
37	1,4 bA	2,2 bA	1,8 cA
38	1,8 bB	3,2 aA	2 cB
39	2,6 aB	2 bB	3,4 bA
40	3 aB	3,6 aB	5 aA
41	2,6 aA	1,6 bB	1,6 cB
42	2,2 bA	2,8 bA	1 cB
43	2,6 aA	2,6 bA	2,6 bA
44	1,4 bB	3,6 aA	3,2 bA
45	2,6 aB	3 bB	4,2 aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5% de significância.

Para o ensaio II, a análise de variância evidenciou diferença significativa para genótipos, épocas de avaliação e níveis de inóculo, bem como para a interação entre os três fatores, conforme indicado na Tabela 5.

Tabela 5 - Análise de variância dos dados de fator de reprodução de *P. brachyurus* transformados por $\sqrt{X+1}$ para 10 genótipos de soja, avaliados aos 45 e 60 dias e inoculados com dois níveis populacionais, em esquema fatorial, com cinco repetições.

FV	GL	SQ	QM	F	
Genótipos	9	3,22	0,356	1,88	ns
Épocas	1	10,39	10,39	54,64	**
Níveis	1	2,98	2,98	15,71	**
Genótipos x Épocas	9	2,24	0,24	1,31	ns
Genótipos x Níveis	9	0,81	0,09	0,47	ns
Épocas x Níveis	1	8,39	8,39	44,13	**
Genótipos x Épocas x Níveis	9	3,31	0,36	1,93	*
Tratamentos	39	31,38	0,80	4,23	**
Resíduo	160	30,43	0,19		
Total	199	61,82			

CV% = 19.62

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Tabela 6 – Médias de fator de reprodução de *P. brachyurus* para a interação entre genótipos, épocas de avaliação (dias após a inoculação) e níveis de inóculo.

Genótipos	45 dias		60 dias	
	800 indivíduos	1000 indivíduos	800 indivíduos	1000 indivíduos
20	3,40 aB	3,86 aB	4,70 aB	8,40 aA
1	3,08 aB	2,96 aB	4,74 aB	8,24 aA
8	3,46 aB	2,00 aC	1,58 bC	6,46 aA
36	3,38 aB	2,64 aB	3,95 aB	7,47 aA
31	4,68 aA	4,03 aA	4,46 aA	6,62 aA
18	4,15 aB	1,87 aC	1,60 bC	7,26 aA
38	1,98 aB	2,18 aB	4,50 aA	5,92 aA
39	3,22 aA	3,40 aA	4,42 aA	5,02 aA
40	3,44 aB	2,44 aB	4,00 aB	6,41 aA
46	3,35 aB	2,27 aB	4,80 aA	7,68 aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5% de significância

Na Tabela 6 são apresentadas as médias de FR. A avaliação aos 60 dias após a inoculação resultou em maior FR, o que foi observado também quando inoculou-se 1000 indivíduos/planta.

Em relação à reação dos genótipos estudados, não foi possível notar diferença entre os mesmos quando avaliados aos 45 dias, independente do nível de inóculo utilizado, bem como na avaliação aos 60 dias com nível de inóculo de 1000 indivíduos/planta. Somente para avaliação aos 60 dias com nível de 800 indivíduos/planta é que foi possível observar diferença entre os genótipos, que foram separados em dois grupos. O grupo mais suscetível apresentou médias de FR entre 4,0 e 4,8, enquanto o mais tolerante mostrou FR entre 1,58 e 3,95.

Para a variável nematoide/g raiz, a análise de variância mostra também diferença significativa para genótipos, épocas de avaliação e níveis de inóculo, bem como para a interação entre os três fatores, conforme observado na Tabela 7.

Tabela 7 - Análise de variância do número de nematoides por grama de raiz transformados por $\sqrt{X+1}$ para 10 genótipos de soja, avaliados aos 45 e 60 dias e inoculados com dois níveis populacionais de *P. brachyurus*, em esquema fatorial, com cinco repetições.

FV	GL	SQ	QM	F	
Genótipos	9	3115,48	346,16	2,06	*
Épocas	1	11919,35	11919,35	70,99	**
Níveis	1	3135,08	3135,08	18,67	**
Genótipos x Épocas	9	373,39	373,39	2,22	*
Genótipos x Níveis	9	1975,18	219,46	1,30	ns
Épocas x Níveis	1	2350,74	2350,74	14,00	**
Genótipos x Épocas x Níveis	9	5697,47	633,05	3,77	**
Tratamento	39	31553,90	809,07	4,81	**
Resíduo	160	26863,71	167,89		
Total	199	58417,61			

CV% = 24.33

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Da mesma forma que para FR, maior quantidade de nematoides/g raiz foi encontrada quando inoculou-se 1000 indivíduos/planta, bem como quando avaliou-se as plantas 60 dias após a inoculação, conforme indicado na Tabela 8.

Santos (2015) avaliou três genótipos de soja em cinco níveis de população inicial de *P. brachyurus* e, através de uma regressão polinomial, encontrou a melhor concentração de inóculo para avaliações de resistência de genótipos de soja entre 625 a 961 espécimes por planta. Esses dados corroboram com o presente estudo, onde analisando as interações entre época de avaliação e nível de inóculo, notou-se que, somente foi possível observar diferenças significativas entre os genótipos quando os mesmos são avaliados aos 60 dias após a inoculação com 800 indivíduos/planta. Para este tratamento, os materiais foram divididos em dois grupos, sendo que os genótipos 3, 4 e 6 apresentaram quantidade de nematoide/g de raiz significativamente menor do que os demais. Esses mesmos genótipos foram os que apresentaram também menor FR, o que ocorre devido à correlação existente entre as variáveis (Tabela 8).

Tabela 8 – Médias do número de nematoides por grama de raiz para a interação entre genótipos, épocas de avaliação (dias após a inoculação) e níveis de inóculo de *P. brachyurus* em genótipos de soja.

Genótipos	45 dias		60 dias	
	800 indivíduos	1000 indivíduos	800 indivíduos	1000 indivíduos
20	1995,53 aB	2067,14 aB	3126,13 aB	4563,20 aA
1	2283,60 aB	2898,82 aB	3437,05 aB	7083,56 aA
8	2273,81 aB	1734,61 aB	1099,91 bB	4806,37 aA
36	3051,79 aB	2119,16 aB	2073,73 bB	6132,88 aA
31	2557,18 aA	2741,73 aA	2963,29 aA	3476,69 aA
18	2026,88 aB	1886,15 aB	1660,17 bB	3849,45 aA
38	1477,52 aB	3030,08 aA	4874,86 aA	4743,97 aA
39	1811,18 aB	2713,46 aB	5215,94 aA	3688,43 aA
40	2017,15 aB	1479,76 aB	4463,21 aA	4442,22 aA
46	1828,60 aC	1745,77 aC	3456,50 aB	6215,17 aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5% de significância

Os dados obtidos neste estudo comprovam a viabilidade da população de *P. brachyurus* utilizada, que se multiplicou em todos os genótipos testados em casa de vegetação. Ferraz et al. (2010), afirmam que condições controladas, principalmente sob temperatura de 28°C e capacidade de campo de 80%, favorecem o comportamento de parasitismo dessa espécie.

Para o ensaio II, a análise de variância para as notas de escurecimento de raiz evidenciou diferença significativa entre genótipos e épocas de

avaliação, bem como para a interação entre os três fatores, conforme indicado na Tabela 11.

Tabela 11 - Análise de variância para escala de nota referente à percentagem de área lesionada das raízes transformada por $\sqrt{x+1}$ para 10 genótipos de soja, avaliados aos 45 e 60 dias e inoculados com dois níveis populacionais de *P. brachyurus*, em esquema fatorial, com cinco repetições.

FV	GL	SQ	QM	F	
Genótipos	9	0,94	0,10	2,61	**
Épocas	1	2,08	2,08	51,81	**
Níveis	1	0,01	0,01	0,39	ns
Genótipos x Épocas	9	0,29	0,03	0,82	ns
Genótipos x Níveis	9	0,86	0,09	2,38	*
Épocas x Níveis	1	0,17	0,17	4,28	*
Genótipos x Épocas x Níveis	9	0,92	0,10	2,56	**
Tratamentos	39	5,30	0,13	3,38	**
Resíduo	160	6,43	0,04		
Total	199	11,74			
CV% = 9.87					

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Avaliando-se aos 45 dias, tanto para nível de inóculo de 800 como de 1000 espécimes por planta, não foi possível observar diferença para as notas de escurecimento entre os genótipos (Tabela 12). Todavia, aos 60 dias, para os dois níveis de inóculo estudados, os genótipos puderam ser divididos em dois grupos de acordo com as notas de escurecimento. No entanto, não há diferença de escurecimento entre os níveis de inóculo. Sugere-se assim, o uso do nível de 800 espécimes/planta, devido à dificuldade de manutenção do banco de inóculo.

Tabela 12 – Médias de nota para escurecimento de raízes, para a interação entre genótipos, épocas de avaliação (dias após a inoculação) e nível de inóculo de *P. brachyurus* em fenótipos de soja.

Genótipo	45 dias		60 dias	
	800 indivíduos	1000 indivíduos	800 indivíduos	1000 indivíduos
20	2,6 aB	2,6 aB	4,4 aA	2,6 bB
1	2,6 aA	3 aA	3,8 aA	3,6 aA
8	3 aB	2,4 aB	3,8 aA	3,8 aA
36	3,4 aA	3,4 aA	4,4 aA	4 aA
31	2,6 aB	3 aB	3 bB	4 aA
18	2,6 aB	2,6 aB	4,8 aA	3 bB
38	2,6 aA	3,6 aA	3,4 bA	3,4 aA
39	2,2 aB	3 aB	4,4 aA	3,6 aA
40	2,8 aB	2,4 aB	2,6 bB	4 aA
46	2,4 aA	2,4 aA	3,4 bA	2,4 bA

*Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5% de significância

3.6 CONCLUSÃO

A avaliação aos 45 dias não é recomendada, pois não foi possível discriminar os genótipos para nenhuma das variáveis avaliadas;

De acordo com os resultados ora obtidos, recomenda-se a inoculação de 800 indivíduos por planta e a avaliação aos 60 dias;

A escala visual de notas pode ser uma metodologia eficiente na seleção de genótipos para programas de melhoramento; porém são necessários mais estudos em nível de campo.

REFERÊNCIAS

- ANTONIO, S. F.; MENDES, F. L.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; DIAS, W. P.; RAMOS-JR, E. U; GOULART, A. M. C.; SILVA, J. F. V. Perdas de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares em Vera, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: EMBRAPA: Soja, 2012. p. 1-4.
- BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, p.553,1981.
- GONZAGA, V. **Caracterização morfológica, morfométrica e multiplicação *in vitro* das seis espécies mais comuns de *Pratylenchus* Filipjev, 1936 que ocorrem no Brasil**, 2006. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006.
- FERRAZ, L. C. C. B. Reações de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 20, n. 1, p. 22-31, 1996.
- FERRAZ, L. C. C. B. O nematoide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 96, p. 23-27, 2006.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: UFV, 2010. 304 p.
- FIGUEIREDO, A. **ESTUDO DE VARIÁVEIS ECOLÓGICAS DE *Pratylenchus brachyurus* EM SOJA E ELABORAÇÃO DE UMA ESCALA DE NOTAS PARA SELEÇÃO DE GENÓTIPOS A CAMPO**, 2013. 86f. Tese, Doutorado em Agronomia. Unesp, Câmpus de Jaboticabal – SP, 2013.
- GOULART, A. M. C. **Nematoides das lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*)**. 2008. Disponível em: <http://www.agrosoft.com/br/nematoides-das-lesoes-radicales-genero-pratylenchus/artigos/>. Acesso em : 27 ago. 2015.
- MOURA, R. M.; RÉGIS, E. M. O. Reação de cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolu vulgaris*) em relação ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* nematoda: Heteroderidae). **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 11, n. 1, p. 215-225, 1987.
- OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mendelingen Landbouwhogeschool**, Wageningen, v. 66, n. 4, p. 1-46, 1966.
- RIBEIRO, N.R. **Avaliação de espécies vegetais e cultivares de soja para a composição de esquemas de rotação ou sucessão de culturas para o manejo de *Pratylenchus brachyurus***. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Londrina, 2009.56 f.: il.

RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; SANTOS, J. M. Distribuição de fitonematoides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. Rondonópolis: Fundação MT, 2010. p. 289-296. (Boletim de Pesquisa de Soja 2010).

ROCHA, M. R.; SANTOS, L. C.; TEIXEIRA, R. A.; ARAÚJO, F. G.; REZENDE NETO, U. R.; FERREIRA, C. S.; FALEIRO, V. O.; COSTA, R. B. Reação de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus* em área naturalmente infestada. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30. , 2008. **Resumos...** Rio Verde: Embrapa/CNPso, 2008. p. 1410-1441.

SANTOS T. F. S.; POLIZEL A. C. RIEBIRO N. R.; SILVA T. J. A. Silva; GUIMARÃES S. L. **Reprodução de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes níveis de inoculo e tempo de avaliação em três cultivares de soja.** Nematologica, Bradenton, vol. 45, n. 1, p. 43-50, 2015

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78, 2002.

SILVA, J. F. V.; GARCIA, A. ; CARNEIRO, G. E. S.; DIAS, W. P.; ASMUS, G. L. Manejo integrado de nematóides na cultura da soja . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 24., 2003. **Anais...** Piracicaba: SBN, 2003. p. 31-34.

TEIXEIRA, R. A. **REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA A *Meloidogyne incognita* E *M. javanica***, 2013. 63f. Tese, Doutorado em Agronomia. UFG – Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, 2013.

TOWNSHEND, J.L. **Methods for evaluating resistance to lesion nematodes, *Pratylenchus* species.** In: STARR, J.L. (Ed.). Methods for evaluating plant species for resistance to plant-parasitic nematodes. Hyattsville, Maryland: The Society of Nematologists. 1990. p. 33-41.