

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR NORTE – RS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA:  
AGRICULTURA E AMBIENTE

Vanessa Graciela Kirsch

**FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA: LEVANTAMENTO,  
CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES E REAÇÃO DE CULTIVARES A  
*Meloidogyne* spp.**

Frederico Westphalen – RS  
2016

**Vanessa Graciela Kirsch**

**FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA: LEVANTAMENTO,  
CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES E REAÇÃO DE CULTIVARES A *Meloidogyne* spp.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia.**

Orientadora Prof<sup>a</sup> Stela Maris Kulczynski

**Frederico Westphalen – RS  
2016**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Kirsch, Vanessa Graciela  
FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA: LEVANTAMENTO,  
CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES E REAÇÃO DE CULTIVARES A  
Meloidogyne spp. / Vanessa Graciela Kirsch.-2016.  
86 p.; 30cm

Orientadora: Stela Maris Kulczynski  
Coorientador: Cesar Bauer Gomes  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, CESNORS-FW, Programa de Pós-Graduação em Agronomia -  
Agricultura e Ambiente, RS, 2016

1. Fitonematoides 2. Soja 3. Cultivares 4.  
Meloidogyne I. Kulczynski, Stela Maris II. Gomes, Cesar  
Bauer III. Título.

---

© 2016

Todos os direitos autorais reservados a Vanessa Graciela Kirsch. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Linha Sete de Setembro s/n – BR 386, km 40. CEP 98400-000 - Frederico Westphalen, RS, Brasil. Endereço eletrônico: [vanessa\\_gk@hotmail.com](mailto:vanessa_gk@hotmail.com)

**Vanessa Graciela Kirsch**

**FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA: LEVANTAMENTO,  
CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES E REAÇÃO DE CULTIVARES A *Meloidogyne* spp.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

**Aprovado em 18 de Março de 2016:**

---

Stela Maris Kulczynski, Dra. (UFSM)  
Presidente/Orientadora

---

Caroline Wesp Guterres, Dra. (CCGL)

---

Lúcia Somavilla, Dra.

Frederico Westphalen – RS  
2016

## DEDICATÓRIA

*À minha família e meu noivo, exemplos de dedicação, que sempre me apoiaram e acreditaram em minhas vitórias e ideais.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter iluminado meu caminho por mais difícil que fosse me dando saúde e vontade para continuar.

Ao meu noivo Tiago Perlin por estar ao meu lado em todos os momentos de minha formação profissional, me incentivando, compreendendo e me ajudando a construir um futuro brilhante.

Aos meus pais Jair e Zélia Kirsch e irmão Vinicius que sempre estiveram ao meu lado nessa caminhada, desde os primeiros momentos.

À minha orientadora Professora Stela Maris Kulczynski, agradeço a amizade, o companheirismo, a compreensão e a disposição que sempre mostrou, no momento de repassar seus conhecimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Às amigas Andressa Calderan e Márcia Gabriel, pela grande amizade, pela ajuda prestada, pelos incentivos e por todos os momentos de descontração que tornaram a jornada mais alegre.

Aos colegas de laboratório, Paulo Roberto Kuhn, Cristiano Bellé, Luthiano Moura, Douglas Gheller, Andrei Martins, Vanessa Alba pela grande ajuda prestada e pelos momentos de descontração.

A todos estagiários por me auxiliarem nas atividades desenvolvidas no decorrer desta pesquisa.

A todos os profissionais de assistência técnica que me auxiliaram na localização dos pontos de coleta.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Clima Temperado, pelo apoio e espaço concedido para o desenvolvimento das pesquisas.

Ao meu co-orientador, Dr. Cesar Bauer Gomes, pela orientação e pelo acompanhamento desta pesquisa.

A todos vocês, MUITO OBRIGADO.

*"Iniciar um novo caminho assusta. Mas depois de cada passo que percorremos nos damos conta de como era perigoso permanecer parados".*

(Roberto Benigni)

## RESUMO

### FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA: LEVANTAMENTO, CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES E REAÇÃO DE CULTIVARES A *Meloidogyne* spp.

AUTORA: Vanessa Graciela Kirsch

ORIENTADORA: Stela Maris Kulczynski

A cultura da soja está entre as culturas que mais são afetadas pela presença de fitonematoides, sendo observadas grandes perdas em produtividade a cada ano. Tendo em vista este problema, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar e identificar as populações de nematoides presentes nas lavouras de soja das regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul, com maior ênfase nos gêneros *Meloidogyne* e *Helicotylenchus*, e, avaliar a reação de cultivares de soja a *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. morocciensis*. As populações de *Meloidogyne* spp. obtidas foram caracterizadas bioquimicamente através da isoenzima esterase (Est), e, as populações de *Helicotylenchus* spp. foram identificadas através de morfometria. Posteriormente, avaliou-se em casa de vegetação a reação de seis cultivares de soja a três populações de *M. javanica*, uma de *M. arenaria* e uma de *M. morocciensis*. Foram identificados seis gêneros de fitonematoides associados à cultura, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, *Aphelenchus*, *Paratylenchus* e *Pratylenchus*, sendo identificadas 19 populações de *Meloidogyne*, compreendendo três espécies, *M. javanica* Est J3 (59%), *M. arenaria* Est A2 (12,5%) e *M. morocciensis* Est A3 (6,2%), e dezenove populações de *Helicotylenchus*, compreendendo as espécies *H. dihystera* (78%), *H. multicinctus* (11%) e *H. pseudorobustus* (11%). Na avaliação da reação das cultivares de soja, BMX Ponta, BMX Potência RR, FPS Urano RR, BMX Turbo RR, TEC 6029 IPRO e Fundacep 58 RR, às populações de *Meloidogyne*, verificou-se que os parâmetros vegetativos altura de planta, número de ramificações, número de legumes, teor de clorofila e massa fresca e seca da parte aérea não foram alterados pela presença do nematoide. Dentre os cultivares testados a maioria foi suscetível ao nematoide de galhas, independente da origem da população, pois apresentaram fator de reprodução maior que 1 e índice de galhas maior que 2. As cultivares BMX Ponta, BMX Potência RR, FPS Urano RR, TEC 6029 IPRO e Fundacep 58 RR foram suscetíveis a todas as populações testadas. A cultivar BMX Turbo RR demonstrou reação de resistência às populações de *M. arenaria* e *M. morocciensis*, sendo, porém suscetível às populações de *M. javanica*.

**Palavras-chave:** *Glycine max*. Fitonematoides. Cultivares resistentes. Nematode das galhas.

## ABSTRACT

### NEMATODES IN THE SOYBEAN CROP: SURVEY, CHARACTERIZATION OF THE SPECIES AND REACTION GENOTYPES THE *Meloidogyne* spp.

AUTHOR: Vanessa Graciela Kirsch

ADVISOR: Stela Maris Kulczynski

The soybean crop is among the crops that are most affected by the presence of nematodes, it is observed large losses in productivity each year. In view of this problem, this study aimed characterize and identify populations of nematodes present in soybean crops in the North, Northwest and South of the Rio Grande do Sul, with greater emphasis on *Meloidogyne* and *Helicotylenchus* genres, and evaluate the reaction of soybean cultivars to *M. javanica*, *M. arenaria* and *M. morocciensis*. The populations of *Meloidogyne* spp. obtained were characterized chemically by esterase (Est), and populations *Helicotylenchus* spp. were identified by morphometry. Subsequently, evaluated in a greenhouse the reaction of six soybean cultivars to three populations of *M. javanica*, *M. arenaria* and *M. morocciensis*. They identified six nematode genera associated with culture, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, *Aphelenchus*, *Paratylenchus* and *Pratylenchus*, it is identified 19 populations of *Meloidogyne*, comprising three species, *M. javanica* Est J3 (59%), *M. arenaria* Est A2 (12,5%) and *M. morocciensis* Est A3 (6,2%), and nineteen populations *Helicotylenchus*, comprising species *H. dihystra* (78%), *H. multincinctus* (11%) and *H. pseudorobustus* (11%). In assessing the reaction of soybean cultivars, BMX Ponta, BMX Potência RR, FPS Urano RR, BMX Turbo RR, TEC 6029 IPRO and Fundacep 58 RR, the populations of *Meloidogyne* it was found that the vegetative parameters plant height, number of branches, number of vegetables, chlorophyll content and fresh weight and shoot dry were not affected by the nematode presence. Among the cultivars tested most it was susceptible to nematode galls, regardless of the population of origin, as presented reproduction factor greater than 1 and galls index greater than 2. The cultivars BMX Ponta, BMX Potência RR, FPS Urano RR, TEC 6029 IPRO and Fundacep 58 RR were susceptible to all populations tested. The cultivar BMX Turbo RR showed resistance reaction ace populations of *M. arenaria* and *M. morocciensis* being, but susceptible populations of *M. javanica*.

**Keywords:** *Glycine max*. Nematodes. Resistant genotypes. Root-knot nematode.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Capítulo 1.

- Figura 1 - Mapa demonstrativo dos municípios abrangidos nas coletas de solo e raízes para avaliação da fauna nematológica presente em lavouras de soja no Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, 2016.....27
- Figura 2 - Coletas de solo e raiz realizadas em lavouras de soja safra 2014/2015 no Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul. A. Lavoura de soja com plantas exibindo sintomas de amarelecimento e redução do crescimento em reboleiras. B. Plantas de soja retiradas de áreas fora (esquerda) e dentro de reboleiras (direita). C. Coletas de solo nas linhas e entrelinhas de plantio. D. Raízes de soja exibindo galhas causadas por *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016.....29
- Figura 3 - Fenótipos de esterese (Est) detectados em 19 populações de *Meloidogyne* spp. coletadas em áreas de cultivo de soja nas regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, 2016.....41
- Figura 4 - Fotomicrografia de *Helicotylenchus dihystera* (A) *Helicotylenchus pseudorobustus* (B) e *Helicotylenchus multicinctus* (C) em microscópio óptico (40x). Frederico Westphalen, 2016.....48

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1.

- Tabela 1 - Caracteres morfológicos e morfométricos utilizados para identificação de espécies de *Helicotylenchus*.....31
- Tabela 2 - Ocorrência de gêneros de nematoides observados nas amostras coletadas na cultura da soja nas regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, 2016.....35
- Tabela 3 - Ocorrência de nematoides do gênero *Meloidogyne* provenientes de amostras coletadas em reboleira e área geral de lavouras de soja nas regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, 2016.....37
- Tabela 4 - Caracterização bioquímica de 19 de populações de *Meloidogyne* spp. obtidas em lavouras de produção de soja em diferentes municípios das regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul e seus respectivos fenótipos esterase. Frederico Westphalen, 2015.....40
- Tabela 5 - Valores morfométricos de espécimes do gênero *Helicotylenchus* coletados em lavouras de soja em diferentes municípios das regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, 2016.....45

### Capítulo 2.

- Tabela 1 - Número de ramificações (NR) e numero de legumes (NL) de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016.....64
- Tabela 2 - Teor de Clorofila Total de seis cultivares de soja, inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016.....65
- Tabela 3 - Massa fresca de parte aérea (MFPA) e Massa seca de parte aérea (MSPA) de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016.....67
- Tabela 4 - Massa fresca de raiz (MFR) de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016.....68
- Tabela 5 - Número de galhas (NG) e Índice de galhas (IG) de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016.....70
- Tabela 6 - População final (PF) e Fator de reprodução (FR) de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016.....73

Tabela 7 - Reação de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. segundo critérios de Canto-Saénz (1985). Frederico Westphalen, 2016.....77

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18
CAPITULO I. LEVANTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA, NAS REGIÕES NORTE, NOROESTE E SUL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. ....	
1. INTRODUÇÃO .....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	26
2.1 Levantamento da nematofauna em lavouras de soja nas regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul.....	26
2.2 Caracterização e identificação de espécies de <i>Meloidogyne</i> .....	29
2.3 Caracterização e identificação de espécies de <i>Helicotylenchus</i> .....	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
3.1. Levantamento da nematofauna em lavouras de soja das regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul.....	32
3.2. Caracterização e identificação de espécies de <i>Meloidogyne</i> .....	39
3.3 Caracterização e identificação de espécies de <i>Helicotylenchus</i> .....	43
4. CONCLUSÕES.....	48
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	49
CAPITULO II. REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA A DIFERENTES ESPÉCIES E POPULAÇÕES DE <i>Meloidogyne</i> spp. ....	
1. INTRODUÇÃO .....	57
2. MATERIAL E METODOS .....	60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
4. CONCLUSÕES.....	79
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	80

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja, hoje expandida por todo o mundo, apresenta-se como uma das commodities de maior importância global, devido às muitas possibilidades de uso de seus grãos, tanto na alimentação humana e animal, bem como, para a produção de óleo e biocombustíveis. Na safra 2014/2015 o Brasil produziu cerca de 96 milhões de toneladas do grão, sendo considerada a segunda maior produção do mundo. Os maiores estados produtores da cultura concentram-se nas regiões Centro-oeste, Sul e Sudeste, onde o estado do Rio Grande do Sul ocupa a posição de terceiro maior produtor do país, responsável pela produção de 14,7 milhões de toneladas do grão, atrás apenas dos estados do Mato Grosso do Sul e Paraná (CONAB, 2015).

A soja é atacada por diversas pragas e doenças, correndo altos riscos fitossanitários. Dentre os problemas fitossanitários que prejudicam a soja, e que limitam o seu rendimento, destacam-se os nematoides fitopatogênicos. Segundo Ferraz (2001), mais de cem espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas a cultivos de soja em todo o mundo. Dentre as espécies de nematoides fitoparasitas da cultura da soja, observa-se que as mais agressivas são *Heterodera glycines* (Ichinohe 1952), *Meloidogyne incognita* (Kofoid; White, 1919) Chitwood 1949 e *M. javanica* (Treub, 1985) Chitwood 1949, *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood 1949, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev; Shuurmans Stekhoven, 1941 e *Rotylenchulus reniformis* Linford (Oliveira, 1940). Outros gêneros de nematoides que não causam prejuízos podem ser encontrados em associação a lavouras de soja, tais como: *Helicotylenchus* spp., *Criconemella* spp., *Xiphinema* spp. e *Trichodorus* spp. (LEHMANN et al., 1977; ANTONIO, 1992; SHARMA, 2002; GOMES et al., 2003; LOPES, 2015).

Dentre os patogênicos à cultura, o gênero *Meloidogyne* Goeldi, 1887, compreende as principais espécies de fitonematoides que afetam a produção agrícola no mundo, fato este que está ligado a sua ampla distribuição geográfica, extensa gama de hospedeiros e envolvimento em complexos de doenças com bactérias e fungos (SASSER, 1979; MOENS et al., 2009).

Plantas de soja infectadas com *Meloidogyne* sp. apresentam raízes com grande número de galhas e necrose nos tecidos, o que compromete sua capacidade de absorver água e nutrientes. Plantas severamente atacadas exibem sintomas como subdesenvolvimento, amarelecimento, murcha e manchas cloróticas nas folhas, conhecidas como folha-carijó (ASMUS, 2001). No Brasil o gênero *Meloidogyne* pode causar perdas de 10% à cultura da soja (ASMUS, 2001), sendo

as espécies *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* as que mais limitam a produção de soja (ASMUS; ANDRADE, 1996; JAEHN et al., 1998, DIAS; GARCIA; SILVA, 2000; ALMEIDA et al., 2005; EMBRAPA, 2006; 2011).

*M. javanica* tem ocorrência mais generalizada devido à sua alta capacidade reprodutiva e ao fato de ser uma espécie adaptada às condições brasileiras, enquanto *M. incognita* predomina em áreas cultivadas anteriormente com café ou algodão (ALMEIDA et al., 2005; EMBRAPA, 2011). Alguns autores também registraram a ocorrência de espécies de *M. morocciensis* (CASTRO, LIMA e CARNEIRO, 2003 e CARNEIRO et al., 2008), *M. paranaensis* (CASTRO, LIMA e CARNEIRO, 2003; ROESE et al., 2004), *M. enterolobii* (DIAS et al.2010) e *M. mayaguensis* (ALMEIDA et al., 2008) parasitando a soja.

Nematoides do gênero *Helicotylenchus*, ou nematoides espiralados como são comumente conhecidos, podem ser encontrados em diversas culturas e sistemas de cultivo, muitas vezes em populações exuberantes. Porém, geralmente não são associados a danos nas culturas (TOMAZINI et al., 2008). Entretanto, para Sharma et al., 1993, estes nematoides já foram encontrados associados a diversas espécies de plantas, e juntamente com outros nematoides, podem causar o declínio do sistema radicular das plantas em geral, apresentando-se danoso principalmente na cultura da bananeira. Na cultura da soja, a presença deste nematoide já foi assinalada por diversos autores (LORDELLO, 1974; LEHMANN et al, 1976; LEHMANN et al, 1977; ANTONIO, 1992; GOMES et al, 2003; LOPES, 2015; BAIDA et al, 2015; DOUCET et al, 2015). Porém, por apresentar poucos danos à cultura o mesmo ainda é considerado como nematoide de importância secundária.

Os levantamentos populacionais de fitonematoides e a identificação destes constituem-se em aliados importantes na detecção e na quantificação dos prejuízos causados nas mais diversas culturas (TIHOHOD, 2000) e são importantes, principalmente, na orientação de medidas de manejo.

A identificação das espécies de fitonematoides é um requisito fundamental para a orientação e adoção de medidas corretas de controle, tendo em vista as particularidades de cada região, de cada cultura e de cada espécie dos patógenos. Atualmente é crescente a utilização de técnicas baseadas em marcadores enzimáticos e na biologia molecular dos nematoides, tanto para obter maior confiabilidade na identificação, como também, para evitar erros de identificação provindos de medidas ou caracteres discrepantes. As identificações através de morfometria e

morfologia ainda são muito utilizadas e aceitas para algumas espécies, pois, apesar de serem técnicas bastante difundidas, ainda não existem metodologias para detecção molecular de todas as espécies.

O uso de métodos bioquímicos como a eletroforese por isoenzimas para identificação das principais espécies do nematoide das galhas, através dos fenótipos de esterase, constitui-se em uma técnica excelente, de uso crescente devido à rapidez na execução e a maior precisão na taxonomia do gênero *Meloidogyne* (ESBENSHADE; TRIANTAPHYLLOU, 1990; CARNEIRO et al. 1996).

Baseado na identificação do gênero e espécie presentes na lavoura, o controle de nematoides deve ser planejado com a integração de vários métodos e apresentar baixo custo, sendo recomendada, com frequência, a rotação de culturas com plantas não hospedeiras ou más hospedeiras, o uso de genótipos resistentes e os controles químico e biológico (ALMEIDA et al., 2005; EMBRAPA, 2011).

O desenvolvimento e uso de genótipos com resistência genética é um método efetivo para limitar perdas de rendimento de soja causadas por *Meloidogyne* spp. (PEDROSA et al. 1994). O uso de cultivares resistentes apresenta como vantagem a possibilidade de suprimir a reprodução dos nematoides, reduzir o risco de contaminação do ambiente, não requerer equipamentos especiais para a utilização, além do custo para a aquisição das sementes de variedades resistentes ser similar ao das cultivares suscetíveis (SILVA, 2001). Entretanto, a maioria dos genótipos de soja cultivados no Brasil tem apresentado histórico de susceptibilidade a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* (MENDES e RODRIGUEZ, 2000; ROESE et al. 2004; TEIXEIRA, 2013; MATTOS 2013).

As cultivares de soja resistente aos nematoides formadores de galhas disponíveis no Brasil descendem, na maioria, de uma única fonte de resistência, a cultivar norte-americana Bragg (DIAS et al., 2010; MIRANDA et al., 2011). Aproximadamente 80 cultivares de soja recomendadas para o Brasil foram classificadas em relação aos nematoides de galha, sendo consideradas resistentes, moderadamente resistentes ou suscetíveis a *M. incognita* ou *M. javanica*. Porém, ainda existem várias cultivares para as quais não se sabe a reação aos nematoides do gênero *Meloidogyne* (ARAUJO et al., 2012), além da reação das mesmas frente as diferentes espécies do nematoide encontradas nas lavouras de soja.

No Rio Grande do Sul existem poucos trabalhos sobre registros da ocorrência do nematoide das galhas e do gênero *Helicotylenchus* em soja, sendo estas pragas nem sempre identificadas em nível de espécie (CASTRO, LIMA e CARNEIRO, 2003; SANTOS et al, 2014; DEUNER et al., 2015). Ainda, pouco se sabe a respeito da reação das cultivares recomendadas ao gênero *Meloidogyne* no estado, havendo apenas alguns trabalhos referentes à presença e comportamento de cultivares de soja a meloidogynose (DALL AGNOL e ANTÔNIO, 1982; BERTAGNOLLI et al., 2000; BERTAGNOLLI et al., 2002; DALLA FAVERA, 2014; BRUINSMA e ANTONIOLLI, 2015).

Considerando a importância de se prospectar as espécies que estão ocorrendo nas lavouras de soja no Rio Grande do Sul e a necessidade de estudos sobre a ocorrência e resistência genética de *Meloidogyne* spp. e dessa forma, proporcionar condições para o manejo correto dos fitonematoides nas áreas infestadas, o presente trabalho foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa, foi realizado um levantamento nematológico, com ênfase aos gêneros *Meloidogyne* e *Helicotylenchus* em lavouras de soja de regiões do Rio Grande do Sul, a fim de investigar a sua ocorrência e distribuição. Na segunda etapa, estudou-se a reação de seis cultivares de soja a *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. morocciensis*.

## 2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAM, L.M.; MEYER, M.C. Doenças da soja. In: KIMATI, H.L.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (eds.). **Manual de Fitopatologia**. Doenças de Plantas cultivadas. Ceres; São Paulo, p. 569-588. 2005.
- ALMEIDA, E.J., P.L.M. SOARES, A.R. SILVA & J.M. SANTOS. 2008. Novos registros sobre *Meloidogyne mayaguensis* no Brasil e estudo morfológico comparativo com *M. incognita*. **Nematologia Brasileira** Vol 32(3) – 2008.
- ANTÔNIO, H. Fitonematoides na cultura da soja. **Informe Agropecuário**, 16 (172):60-65. 1992.
- ARAÚJO, F.F. de; BRAGANTE, R.J.; BRAGANTE, C.E. CONTROLE GENÉTICO, QUÍMICO E BIOLÓGICO DE MELOIDOGINOSE NA CULTURA DA SOJA. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 220-224, abr./jun. 2012
- ASMUS, G. L. Danos causados à cultura da soja por nematóides do gênero *Meloidogyne*. In: SILVA, J. F. V. (Org.). Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja. Londrina: Embrapa Soja/**Sociedade Brasileira de Nematologia**, p. 39-62, 2001.
- ASMUS, G. L. & ANDRADE, P. J. M. Reação de cultivares de soja recomendadas para o Estado do Mato Grosso do Sul a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 74-79, 1996.
- BAIDA, F.C.; STROZE, C.T.; MACHADO, A.C.Z.; AMARO, P.M. Ocorrência De *Helicotylenchus dihystera* Em Cultivo De Soja No Paraná. **Anais**. XXXII Congresso Brasileiro de Nematologia. 2015.
- BERTAGNOLLI, P.F.; BONATO, E.R.; SCHNEIDER, S. Reação de genótipos de soja a nematóides de galhas, em condições de campo. **Resumos** do XXII Congresso Brasileiro de Nematologia. Vol. 24 (1), 2000.
- BERTAGNOLLI, P.F.; BONATO, E.R.; SCHNEIDER, S.; VELLOSO, J.F. AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA, DA EMBRAPA, AO NEMATÓIDE DE GALHA *Meloidogyne javanica*, NO RIO GRANDE DO SUL. **Documentos online**, Embrapa, Passo Fundo. Outubro 2002
- BRUINSMA JSS, ANTONIOLLI ZI. Resistance of *Meloidogyne javanica* in soybean genotypes. **Nematoda**.;2:e032015. <http://dx.doi.org/10.4322/nematoda.03015>, 2015
- CARNEIRO, R.M.D.G.; ALMEIDA, M.R.A.; CARNEIRO, R.G. Enzyme phenotypes of Brazilian populations of *Meloidogyne* spp. Fundamental and Applied. **Nematology**, 19(6):555-560. 1996

CARNEIRO, R.M.D.G.; SANTOS, M.F.A; ALMEIDA, M.R.A; MOTA, F.C.; TIGANO, M. diversity of *Meloidogyne arenaria* using morphological, cytological and molecular approaches. **Nematology** 10(6): 810-834. 2008

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

CONAB – COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira de Grãos**. V. 3 - SAFRA 2015/16- N. 2 - Segundo levantamento | NOVEMBRO 2015. Disponível em: HYPERLINK

"http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\_11\_10\_09\_51\_50\_safras\_nov\_2015.pdf. Acesso em: 11/11/2015

"http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\_11\_10\_09\_51\_50\_safras\_nov\_2015.pdf.

DALL AGNOL, A e ANTÔNIO, H. Reação de genótipos de soja aos nematoides formadores de galhas *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Sociedade Brasileira de Nematologia**. nº 6, 1982

DALLA FAVERA, D. **Plantas de cobertura, cultivares e nematicidas ao manejo de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* em soja**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Agronomia. 2014

DEUNER, C.C.; GHISSI, V.C.; DEUNER, E.; TISCHER, A. Nematoides em Soja: distribuição populacional no Rio Grande do Sul. **Revista Plantio Direto** – Edição conjunta 142/143. 2015.

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V. Nematoides associados à cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 22., 2000, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: Editora UFV, P.59-65. 2000.

DIAS, W. P.; GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. E. de S. Nematoides em Soja: Identificação e Controle. Londrina: Embrapa, **Circular Técnica** 76. 8 p. 2010.

DOUCET, M. E.; CORONEL, N.; DEL VALLE, E.; WIEMER, A.P.; GARCÍA, J.; LAX, P. **Nematodos Fito-Parásitos “Emergentes” En Diversos Cultivos De Argentina**. **Palestra. Anais XXXII Congresso Brasileiro de Nematologia**. 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil**. Londrina: Embrapa soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 255p. 2010.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja**. Região Central do Brasil, Londrina, 2006.

ESBENSHADE, P.R. e TRIANTAPHYLLOU, A.C. Isozyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology**, 22(1):10-15. 1990

- FERRAZ, L. C. C. B. As meloidogynoses da soja: passado, presente e futuro. In: SILVA, J.F.V. (Org.) Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja. Londrina: Embrapa Soja/**Sociedade Brasileira de Nematologia**, p-15-38. 2001.
- GOMES, G. S.; HUANG, S. P. & CARES, J. E. Nematode community, trophic structure and population fluctuation in soybean fields. **Fitopatologia Brasileira** 28: 258-266. 2003.
- JAEHN, A.; MENDES, M.L.; SILVA, M.F. Plant-parasitic nematodes on soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), in the Paranapanema Valley, Sp. **Nematologia Brasileira** 22 (1): 79-81. 1998.
- LEHMANN, P. S.; ANTONIO, H.; BARKER. K.R. Ocorrência de Nematoides em soja nos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. II Reunião de Nematologia. **Sociedade Brasileira de Nematologia**. nº 2, 1977.
- LEHMANN, P.S.; MACHADO, C.C.; TARRAGÓ, M.T. Frequência e severidade de doenças da soja nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. **Fitopatologia Brasileira**. 1976.
- LOPES, C. M. L. **Populações de nematoides fitoparasitas em áreas de cultivo de soja, algodão, café e de vegetação nativa do Cerrado na região Oeste da Bahia.** / Carina Mariani Leite Lopes. Brasília, 2015. 70p. : il. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília. 2015.
- MATTOS, V. S. **Variabilidade genética e agressividade a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] de populações de *Meloidogyne* spp. do Cerrado e de áreas de cultivo.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF. 2013
- MENDES, M.L. e RODRIGUEZ, P.B.N. Reação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) aos nematoides de galhas *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raças 1, 2, 3 e 4. **Nematologia Brasileira** Vol. 24(1), 2000.
- MIRANDA, D. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R. Nematóides – um desafio constante. **Boletim de Pesquisa da Soja** 2011, Rondonópolis, n. 15, p. 400-414, 2011.
- MOENS, M.; PERRY, R. & STARR, J. *Meloidogyne* species- a diverse group of novel and important plant parasites. Pp. 483 In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. (eds). **Root-knot nematodes**, 1. Wallingford, UK, 2009.
- PEDROSA, E.M.R.; HUSSEY, R.S.; BOERMA, H.R. Cellular Responses of Resistant and Susceptible Soybean Genotypes Infected with *Meloidogyne arenaria* Races 1 and 2. **Journal of Nematology** 28(2):225-232. 1996.
- ROESE, A.D., OLIVEIRA, R.D.L. & LANES, F.F. Reação de cultivares de soja (*Glycine max* L. Merril) a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira** 28:131-135. 2004.
- SANTOS, P.S.; REBELATO, G.; DALLA FAVERA, D.; DAL SOTTO, R.; BALARDIN, R.; MADALOSSO, M.G. Mapa dos Nematoides. **Revista Cultivar grandes culturas**. Ano XV, nº 187. Dezembro de 2014.

SASSER, J.N. Pathogenicity, host ranges and variability in *Meloidogyne* species. In: LAMBERTI, F.; TAYLOR, C.E. (Eds): Root – knot nematodes (*Meloidogyne* species). Systematics, biology and control. New York & London, **Academic Press**, 257-268p. 1979.

SHARMA, R. D. Reaction of soybean genotypes to *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**. Vol 17 (1) – pg 10. 1993.

SHARMA, R.D.; CAVALCANTE, M.J.B.; MOURA, G.M.; VALENTIN, J.F. Nematoides associados a Genótipos de soja Cultivados no Acre, Brasil. **Nematologia Brasileira**, vol 26 (1): 109-111. 2002.

SILVA, J.F.V. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Embrapa Soja. Londrina-PR. 2001.

TEIXEIRA, R.A. **Reação de Cultivares de soja a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica***. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, 60f. 2013.

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

TOMAZINI, M. D.; FERRAZ, L. C. C. B. & MONTEIRO, A. R. Abundância e diversidade de nematoides em áreas contíguas de vegetação natural e submetidas a diferentes tipos de uso agrícola. **Nematologia Brasileira** 32(3): 185-193. 2008.

# **CAPITULO I. LEVANTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE FITONEMATÓIDES NA CULTURA DA SOJA, NAS REGIÕES NORTE, NOROESTE E SUL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.**

## **1. INTRODUÇÃO**

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das mais importantes oleaginosas cultivadas no mundo, principalmente devido aos elevados teores de proteína (40%), óleo (20%) e pelo alto rendimento de grãos. A produção expressiva da cultura se justifica pelo fato de que a mesma apresenta várias possibilidades de industrialização, variando de alimentos como óleos e outros produtos alimentícios, ao seu uso como biodiesel (SOYATECH, 2012) e na alimentação animal. Pertencente à família Fabaceae (Leguminosa), sua origem remonta às espécies rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Amarelo, na China (EMBRAPA, 2008).

Nos últimos 40 anos, a produção mundial de soja aumentou mais de 500%. Mudanças no padrão de vida e conseqüentemente, no padrão de consumo de países como China, onde há crescente demanda por carne, impulsionando o investimento na alimentação animal, bem como, maior demanda por matéria-prima para biodiesel, são indicativos que a produção mundial de soja continuará a crescer (SOYTECH, 2012).

Introduzida na Bahia em 1882, com sementes trazidas dos Estados Unidos (COSTA, 1996), a cultura foi expandindo-se para outras regiões como o estado de São Paulo e para a região sul, tendo, porém, os primeiros relatos do seu cultivo de forma comercial em 1924, no Rio Grande do Sul. A partir da década de 60 a área plantada com soja aumentou consideravelmente, fato que se deveu, em grande parte, ao aproveitamento da infraestrutura utilizada no cultivo do trigo, que permanecia ociosa no período de estação quente e à boa adaptação das cultivares originárias do sul dos Estados Unidos (EMBRAPA, 1981; COSTA, 1996).

Segundo dados da Conab (2015), na safra 2014/2015, a área plantada com a cultura da soja foi de 32 milhões de ha, divididos em quase todo território nacional, principalmente nas regiões Centro-oeste, Sul e Sudeste. A produção total de grãos alcançou a faixa de 96.243,3 mil toneladas do grão, fazendo do país o 2º maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos Estados Unidos. No Brasil, o Rio Grande do Sul ocupa posição expressiva na produção da cultura, sendo

o terceiro maior produtor do país, responsável pela produção de 14.881,5 mil toneladas do grão, cultivados em cerca de 5,2 milhões de hectares (CONAB, 2015).

Nestas condições, a cultura da soja está sujeita ao ataque de aproximadamente 50 doenças, causadas principalmente por bactérias, fungos e nematoides. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%. Entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (EMBRAPA, 2013).

Dentre os problemas fitossanitários que ocorrem em soja, limitando o seu rendimento, destacam-se os nematoides fitopatogênicos. Segundo Ferraz (2001), mais de cem espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas a cultivos de soja em todo o mundo. Dentre as espécies de nematoides fitoparasitos em associação à cultura, observa-se que *Heterodera glycines* Ichinohe 1952, *Meloidogyne incognita* (Kofoid; White, 1919) Chitwood 1949 e *M. javanica* (Treub, 1985) Chitwood 1949, *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood 1949, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev; Shuurmans Stekhoven, 1941 e *Rotylenchulus reniformis* Linford; (Oliveira, 1940) são relatadas como as mais frequentes e agressivas. Outros gêneros de nematoides como *Helicotylenchus* spp., *Criconemella* spp., *Xiphinema* spp. e *Trichodorus* spp. também podem ser encontrados nas lavouras de soja, porém, sem causar prejuízos à cultura (ANTONIO, 1992).

Em levantamentos realizados em lavouras do RS, desde a década de 70, observou-se com mais frequência os gêneros *Meloidogyne*, *Heterodera* e *Pratylenchus*, com ocorrência esporádica de *Rotylenchus* e *Helicotylenchus* (LORDELLO, 1974; LEHMANN, 1976; ANTÔNIO, 1992; CASTRO, LIMA e CARNEIRO, 2003; SANTOS et al. 2014; DEUNER et al., 2015). No entanto, nestes trabalhos foram identificados predominantemente os gêneros de maior importância, não quantificando nematoides que não causam danos à cultura.

A importância do gênero *Meloidogyne* no país se deve a relevantes aspectos, como a presença endêmica do nematoide em diversas regiões produtoras, elevada variabilidade genética e risco potencial de dano com o incremento da área cultivada com espécies suscetíveis. Plantas de soja atacadas por estas pragas apresentam engrossamentos no sistema radicular, denominadas galhas, formando um dreno de nutrientes. Dessa forma, o parasitismo do sistema radicular das plantas por tais patógenos pode ocasionar murcha durante os períodos mais quentes do dia, menor

desenvolvimento, desfolha prematura, sintoma de deficiência de minerais, clorose, redução e deformação do sistema radicular, redução da eficiência das raízes em translocar água e nutrientes e menor crescimento da parte aérea, comprometendo e até inviabilizando o cultivo (TIHOHOD, 2000), causando danos que podem variar de 10 a 30% nas lavouras em geral (DEUNER et al., 2012). Nas áreas onde o nematoide das galhas ocorre, normalmente observam-se reboleiras com plantas de soja subdesenvolvidas e folhas amareladas, além do sintoma conhecido como folha “carijó”, folhas com manchas cloróticas ou necroses entre as nervuras, (EMBRAPA, 2011), principalmente quando em altas populações.

Entre as espécies de *Meloidogyne* mais frequentemente associadas à redução da produção de soja no Brasil estão *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* (ALMEIDA et al., 2005). *Meloidogyne javanica* é comum em lavouras de soja nos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e Bahia (ASMUS; ANDRADE, 1996; JAEHN et al., 1998, DIAS; GARCIA; SILVA, 2000; EMBRAPA, 2006 ). Ainda de acordo com os mesmos autores, a grande distribuição do nematoide das galhas nas áreas produtoras de soja no Brasil é concomitante com a expansão das áreas de cultivo, principalmente devido à alta capacidade reprodutiva deste patógeno e sua adaptação às condições brasileiras. De acordo com Almeida et al (2005) e Embrapa (2011), *M. javanica* tem ocorrência mais generalizada, enquanto *M. incognita* predomina em áreas cultivadas anteriormente com café ou algodão. Alguns autores também registram a ocorrência de espécies de *M. morocciensis* (CASTRO, LIMA e CARNEIRO, 2003 e CARNEIRO et al., 2008;), *M. paranaensis* (CASTRO, LIMA e CARNEIRO, 2003; ROESE et al., 2004) e *M. mayaguensis* (ALMEIDA et al, 2008) parasitando a soja. Embora Dias et al.,(2010) tenham observado suscetibilidade da soja à *M. enterolobii*, ainda não há relato da ocorrência desse nematoide em áreas de produção de soja no Brasil.

Com relação à ocorrência de espécies de *Meloidogyne* na cultura da soja no Rio Grande do Sul, destaca-se principalmente a ocorrência de *M. javanica*. Antônio e Lehman (1977), em identificação de nematoides em plantas daninhas ocorrentes nas principais culturas no RS e PR, constataram a presença de *Meloidogyne javanica* infestando a cultura da soja em todas as amostras colhidas no RS. Antônio (1992) analisando amostras de soja providas de diversas regiões produtoras do Brasil, confirmou maior número de amostras contendo *M. javanica*, seguido por *M. incognita*. Castro, Lima e Carneiro (2003), realizaram coletas em vários estados

sojicultores do Brasil e também constataram predominância de *M. javanica*, seguido de *M. arenaria*, e *M. incognita* e em menor frequência *M. paranaensis*.

Outra espécie de nematoide comumente associada a diversas culturas, inclusive a da soja, são os nematoides do gênero *Helicotylenchus*. Conhecidos como nematoides espiralados, estes geralmente não estão associados a danos expressivos nas culturas, embora ocorram com elevada frequência e população nos solos de diversos sistemas de cultivo (TOMAZINI *et al.*, 2008), tendo uma maior incidência em condições tropicais (LIMA *et al.*, 2003). São considerados como ectoparasitas de raízes, embora alguns autores já o tenham classificado como semi-endoparasitas e até endoparasitas migradores (DECRAEMER e HUNT, 2006).

O gênero *Helicotylenchus* já foi encontrado em associação á diversas espécies vegetais e juntamente com outros nematoides, pode ser causador do declínio do sistema radicular (SHARMA *et al.*, 1993). Em culturas anuais, Sharma *et al* (1993) analisou o parasitismo de *H. dihystra* em trigo e ervilha, observando redução nos parâmetros produtivos das culturas quando em associação ao nematoide. Na cultura da soja, a presença deste nematoide já foi assinalada por diversos autores (LORDELLO, 1974; LEHMANN *et al*, 1976; LEHMANN *et al*, 1977; ANTONIO, 1992; GOMES *et al*, 2003; LOPES, 2015; BAIDA *et al*, 2015; DOUCET *et al*, 2015). Machado *et al.* (2015) em trabalho com inoculação de *H. dihystra* em plantas de soja e milho, observaram sintomas radiculares semelhantes aos obtidos quando da presença de *Pratylenchus* spp., como lesões escurecidas, além da visualização do mesmo no interior das raízes, ressaltando assim a importância de se realizar a identificação de nematoides do gênero *Helicotylenchus* nas lavouras, bem como da realização de mais estudos a respeito do efeito dos mesmos sobre as plantas.

A identificação de espécies de fitonematoides, principalmente á nível específico, tendo em vista as particularidades de cada região e cultura, é um requisito fundamental para a orientação e adoção de medidas de controle. A identificação clássica das espécies do gênero *Meloidogyne* é realizada pela observação de caracteres morfológicos e morfométricos com o auxílio do microscópio óptico e de microscópio eletrônico de varredura (EISENBACK; HIRSCHMANN, 1979; EISENBACK *et al.* 1980). Também pode ser realizada através da configuração da região perineal e do teste com hospedeiros diferenciadores (HARTMANN; SASSER, 1985). Porém, estas técnicas são trabalhosas, subjetivas e frequentemente pouco precisas para serem utilizadas rotineiramente (CARNEIRO; ALMEIDA, 2001). No entanto, a

utilização de técnicas bioquímicas, sobretudo com padrões eletroforéticos com o uso de proteínas, além de ser um método mais rápido, é a ferramenta que permite maior precisão na identificação das espécies de *Meloidogyne* (ESBENSHADE; TRIANTAPHYLLOU, 1990; CARNEIRO et al. 1996). Apesar de técnicas moleculares como os marcadores SCARS aferirem e permitirem a identificação de várias espécies de *Meloidogyne*, ainda não há padrões para todas as espécies.

A caracterização de espécies do gênero *Helicotylenchus* é realizada de forma clássica, através da observação dos caracteres morfológicos e morfométricos (EISENBACK e HIRSCHMANN, 1979, 1980; EISENBACK et al., 1980; ROSSI, 2002; SILVA, 2008; SCHRECK REIS et al. 2010;), porém, a identificação também pode ser realizada através de biologia molecular e através da extração de DNA (WILLIAMS *et al.* 1992; SCHRECK REIS et al. 2010).

Tendo em vista que a ocorrência de nematoides que causam danos à agricultura acontece mundialmente, os levantamentos populacionais e a identificação destes patógenos constituem-se em aliados importantes na detecção e na quantificação dos prejuízos causados nas mais diversas culturas (TIHOHOD, 2000) e são importantes, principalmente, na orientação de medidas de manejo. Além disso, até o presente momento, existem poucos trabalhos de caracterização a nível específico de *Meloidogyne* e *Helicotylenchus*, além de outros gêneros menos frequentes na cultura da soja no RS.

Desta forma, este trabalho teve como objetivos: caracterizar e quantificar a nematofauna associada à cultura da soja em lavouras das regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul.

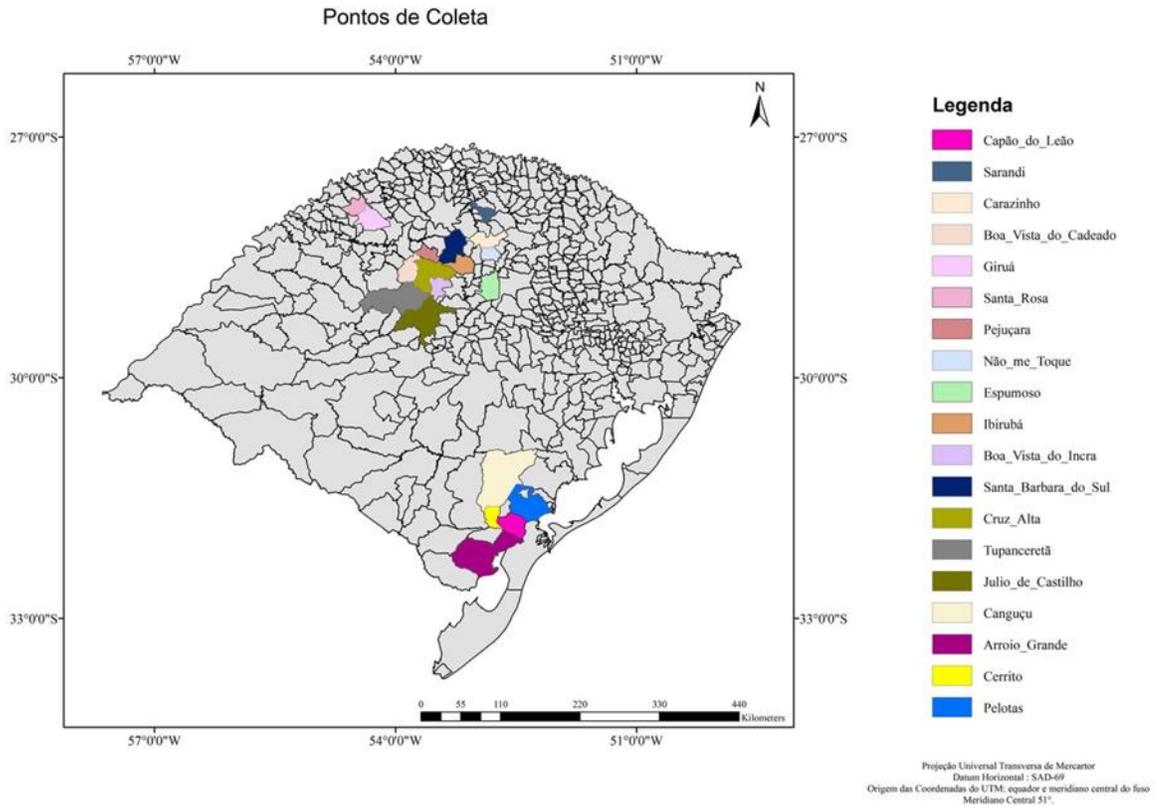
## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Levantamento da nematofauna em lavouras de soja nas regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul.**

Durante a época de florescimento da cultura da soja, na safra 2014/2015, foram coletadas 40 amostras de solo e de raiz, em 19 municípios das regiões Norte (Boa Vista do Cadeado, Boa Vista do Incra, Carazinho, Cruz Alta, Espumoso, Ibirubá, Júlio de Castilhos, Não-me-Toque,

Pejuçara, Santa Barbara do Sul, Sarandi e Tupanciretã), Noroeste (Giruá e Santa Rosa) e Sul (Arroio Grande, Canguçu, Capão do Leão, Cerrito e Pelotas) do Rio Grande do Sul (Figura 1).

**Figura 1** - Mapa demonstrativo dos municípios abrangidos nas coletas de solo e raízes para avaliação da fauna nematológica presente em lavouras de soja no Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, 2016.



As coletas foram realizadas com auxílio de profissionais de assistência técnica de cada município, principalmente de cooperativas, e, cada amostra coletada foi georreferenciada com GPS (Figura 1).

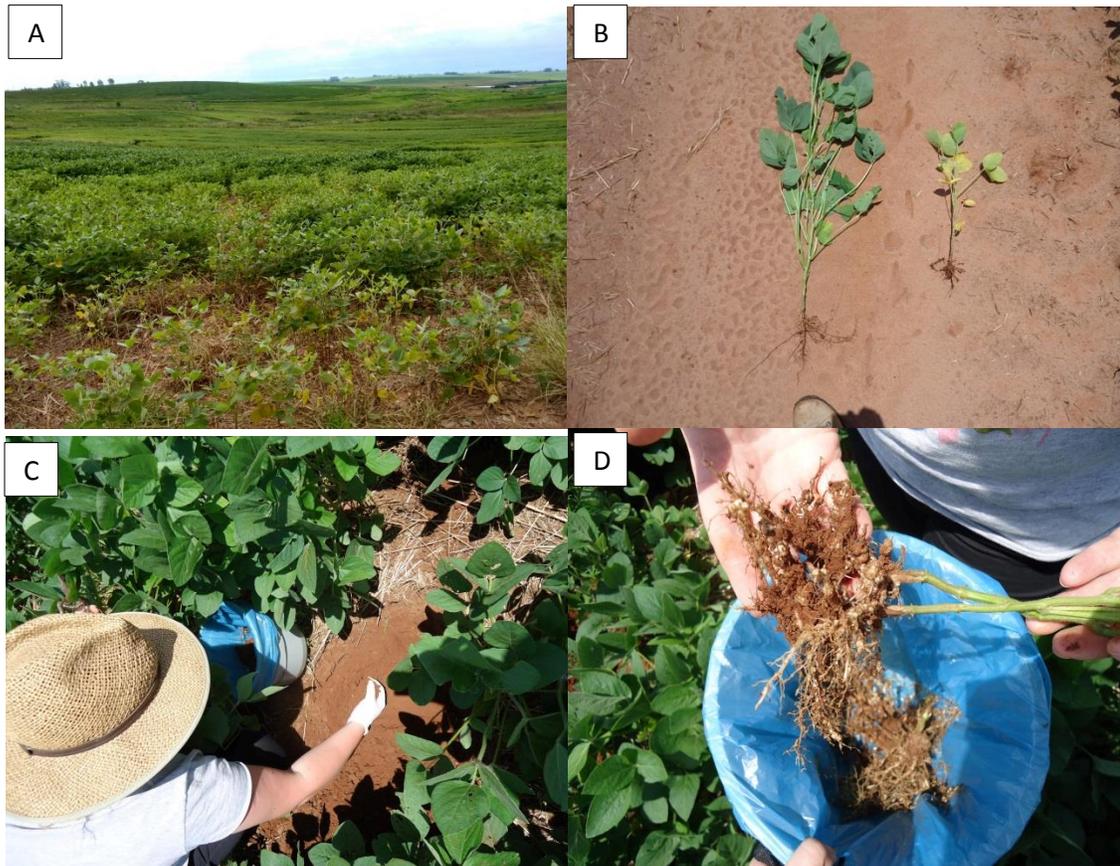
As coletas foram realizadas percorrendo-se a área de cada lavoura em zigue-zague, onde foram coletadas 10 subamostras de solo e raízes por talhão, sendo que lavouras de grandes extensões foram divididas em diversos talhões, as quais foram homogêneas e desta retirado o volume de um quilograma de solo mais raízes/amostra composta (Figura 2). Áreas da mesma lavoura com manchas em reboleiras de plantas exibindo sintomas de amarelecimento e/ou porte reduzido foram coletadas separadamente (TIHOHOD, 2000). Após as coletas, as amostras foram

devidamente embaladas, identificadas e armazenadas em geladeira a 4° C para posterior processamento em laboratório.

Para avaliação da densidade populacional dos nematoides presentes no solo, as amostras foram processadas no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Santa Maria, campus Frederico Westphalen – RS, segundo metodologia proposta por Jenkins (1964). Sob microscópio óptico, os nematoides encontrados foram quantificados em número de espécimes/100cm<sup>3</sup> de solo e identificados a nível de gênero, utilizando-se a chave de Mai e Mullin (1996). Em seguida, parte das raízes de cada amostra (10g) foi triturada em liquidificador, conforme metodologia de Hussey e Barker (1973), modificada por Bonetti e Ferraz (1981), onde a suspensão obtida foi utilizada para quantificação dos gêneros presentes em câmara de Peters, através da média de três contagens.

As amostras que continham espécimes de *Meloidogyne* spp. foram inoculadas em plantas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Santa Cruz, mantidas em vasos com solo autoclavado, em casa de vegetação a  $\pm 25^{\circ}$  C, para posterior identificação através da técnica de eletroforese (CARNEIRO et al, 2001). Da mesma forma, realizou-se inoculação de solo das amostras em plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*), para posterior identificação morfológica e morfométrica de nematoides do gênero *Helicotylenchus* spp., conforme Sher (1966).

**Figura 2** - Coletas de solo e raiz, realizadas em lavouras de soja safra 2014/2015 no Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul. **A.** Lavoura de soja com plantas exibindo sintomas de amarelecimento e redução do crescimento em reboleiras. **B.** Plantas de soja retiradas de áreas fora (esquerda) e dentro de reboleiras (direita). **C.** Coletas de solo nas linhas e entrelinhas de plantio. **D.** Raízes de soja exibindo galhas causadas por *Meloidogyne* spp.



## 2.2 Caracterização e identificação de espécies de *Meloidogyne*

As espécies de *Meloidogyne* foram caracterizadas bioquimicamente através da técnica de eletroforese, utilizando-se a isoenzima esterase, descrita por Carneiro e Almeida (2001).

Cerca de 60 dias após inoculação de plantas iscas de tomateiro com raízes de soja infectadas com o nematoide das galhas, as raízes dos tomateiros de cada amostra foram enviadas para o laboratório de Nematologia da Embrapa Clima Temperado, para identificação ao nível específico através da técnica de eletroforese. Para tanto, 30 fêmeas adultas, de coloração branca leitosa foram retiradas das raízes de tomateiro de cada amostra e transferidas individualmente

para tubos capilares contendo 2-3 $\mu$ L solução tampão de extração da enzima esterase e mantidas no gelo, sendo a respectiva massas de ovos acondicionadas em tubo *eppendorf* contendo 0,1 ml de solução salina a 0,5%, para posterior purificação das espécies encontradas em mistura (CARNEIRO et. al., 1996).

Após a coleta das fêmeas e preparação do gel de poliacrilamida a 6%, as mesmas foram maceradas individualmente e a respectiva suspensão foi adsorvida em papel de filtro qualitativo e fixada separadamente no gel, adicionando-se em cada gel uma gota de azul de bromofenol (0,01%) para acompanhamento da corrida eletroforética. Como padrão, utilizou-se uma população pura de *M. javanica*, em duas cavidades do gel para comparação dos fenótipos encontrados (CARNEIRO e ALMEIDA, 2001).

Em seguida, o gel foi acomodado em uma cuba contendo tampão (SCANDALIOS, 1969) ligado a uma fonte de 80 volts, mantida em balcão frigorífico em temperatura de 4-8°C, sendo a corrida eletroforética realizada no sistema horizontal. Após o azul de bromofenol ter migrado 5 cm do ponto de aplicação no gel, a fonte foi desligada e o gel submetido a solução de revelação da enzima esterase (Est), utilizando-se uma solução de 50 mL de tampão fosfato, 50mg de Fast Blue RR Salt e 1,5 mL de  $\alpha$ -naftilacetato 1%. Subsequentemente, o gel foi incubado em estufa a 37° C por 30 minutos, até que as bandas esterásticas (escuras) aparecessem em fundo claro. Após a revelação, o gel foi transferido para uma solução fixadora contendo 10% de ácido acético e 40% de solução de álcool metílico por 30 minutos. Logo após, o gel revelado e fixado, foi colocado entre folhas de papel-celofane para secar a temperatura ambiente.

A identificação dos fenótipos de *Meloidogyne* spp. foi realizada pelo cálculo da mobilidade relativa (Rm) das bandas polimórficas de cada população, utilizando *M. javanica* como padrão de comparação (ESBENSHADE e TRIANTAPHYLLOU, 1990; CARNEIRO e ALMEIDA, 2001). Os fenótipos enzimáticos encontrados foram identificados por uma letra e um número que corresponderam, respectivamente, a inicial do nome de cada cultura onde o fenótipo foi encontrado pela primeira vez, seguido do número de bandas presente no gel (ESBENSHADE e TRIANTAPHYLLOU, 1985, 1990).

### 2.3 Caracterização e identificação de espécies de *Helicotylenchus*

As raízes das plantas de sorgo inoculadas com nematoides do gênero *Helicotylenchus* provenientes das amostras de cada município foram processadas utilizando-se a metodologia de Hussey e Barker (1973) modificada por Bonetti e Ferraz (1981), e, para a extração de solo, utilizou-se metodologia proposta por Jenkins (1964) sendo estes procedimentos realizados após 60 dias de inoculação.

Os espécimes de *Helicotylenchus* obtidos do processamento do solo e raízes de plantas de sorgo de cada amostra foram pescados individualmente e utilizados para confecção de lâminas temporárias (TIHOHOD, 1993) para observações morfológicas, mensurações microscópicas e identificação. A seguir, foram obtidas fotos de micrografias dos espécimes observados com as objetivas de 10X, 20X e 40X e objetivas de imersão 60X e 100X, sendo as mensurações das imagens realizadas com auxílio do software SPOT Advanced (2004). A identificação das espécies foi realizada com base nas características morfométricas propostas por Sher (1966) utilizando-se 20 fêmeas adultas de *Helicotylenchus*.

**Tabela 1** - Caracteres morfológicos e morfométricos utilizados para identificação de espécies de *Helicotylenchus*.

<b>Sigla</b>	<b>Medida</b>
<b>CE</b>	Comprimento total do Estilete ( $\mu\text{m}$ )
<b>L</b>	Comprimento total do corpo ( $\mu\text{m}$ )
<b>V%</b>	Distancia anterior até a vulva / L x 100
<b>DEGO</b>	Distância da base do estilete a abertura da glândula esofagiana dorsal ( $\mu\text{m}$ )
<b>C</b>	L / comprimento da cauda ( $\mu\text{m}$ )
<b>O</b>	DEGO / Comprimento do estilete x 100

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Levantamento da nematofauna em lavouras de soja das regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul.

De acordo com as análises nematológicas das amostras de solo e raízes de soja coletadas nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul, observou-se a presença de gêneros diversos e níveis populacionais variáveis dos nematoides encontrados. De uma forma geral, os gêneros encontrados nas amostras foram: *Meloidogyne* (65% das amostras), *Helicotylenchus* (100%), *Tylenchus* (72,5%), *Aphelenchus* (17,5%), *Paratylenchus* (15%) e *Pratylenchus* (10%), sendo o último encontrado em apenas uma amostra, além de nematoides considerados de vida livre (100%) (Tabela 2). Estes resultados caracterizam um levantamento nematológico completo e atual, caracterizando todos os gêneros encontrados em diferentes regiões de cultivo da soja, no Rio Grande de Sul. Embora já tenham sido realizados alguns levantamentos no RS, nestes estudos existem poucas informações sobre a diversidade e nível populacional da nematofauna parasítica relacionada à soja, exceto alguns registros de alguns autores sobre a presença de determinados gêneros, tais como *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Heterodera* spp. e *Rotylenchus* spp. (LEHMANN et al., 1976; ANTÔNIO, 1992; CASTRO, LIMA e CARNEIRO, 2003; SANTOS et al, 2014; DEUNER et al, 2015).

Entretanto, em outras regiões produtoras de soja no Brasil, existe maior número de levantamentos nematológicos, onde vários autores também observaram grande número de gêneros associados á cultura da soja. Em levantamento realizado por Lehmann et al. (1977) nos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, verificou-se a presença de 11 diferentes gêneros, como *Criconemoides*, *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Longidorus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Scutelonema*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* e *Xiphinema*. Em outro trabalho, Gomes et al (2003) constataram a presença de 53 gêneros em regiões produtoras de soja no Distrito Federal, onde *Helicotylenchus*, *Acrobелles*, *Cephalobus*, *Meloidogyne* e *Pratylenchus* foram os gêneros predominantes. No estado do Acre, Sharma (2002) observou a presença de nove diferentes gêneros de nematoides associados a cultura da soja, sendo eles: *Pratylenchus brachyurus*, *Helicotylenchus dihystra*, *Criconemella ornata*, *Paratrichodorus minor*, *Meloidogyne* sp., *Aphelenchus avenae*, *Tylenchus* sp., *Aphelenchoides* sp. e *Ditylenchus* sp.. Lopes (2015), encontrou dez gêneros de nematoides parasitando a soja na região central do

Brasil, sendo eles, *Pratylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Heterodera glycines*, *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchus* sp., *Gracilauacus* sp., *Hoplolaimus* sp., *Criconemoides* sp., *Nothocriconemoides* sp. e *Trichodorus* sp.

Nematoides do gênero *Helicotylenchus*, embora considerados como pragas secundárias, por não causarem prejuízos à soja (ANTONIO, 1992) estiveram presentes em 100 % das amostras (Tabela 2), podendo-se afirmar que o mesmo está distribuído em todas as áreas de produção. Com exceção da amostra “Santa Rosa 1” a qual apresentou 1.944 espécimes/100 cm<sup>3</sup> de solo, a densidade do nematoide no solo não foi expressiva variando entre as amostras de 02 – 353 nematoides/100 cm<sup>3</sup> de solo. Em amostras coletadas no oeste da Bahia, em diferentes culturas e em cerrado nativo, Lopes (2015) observou a presença de nematoides do gênero *Helicotylenchus* em 58,3% das amostras de solo, salientando a maior frequência dos mesmos em áreas cultivadas com algodão e soja confirmando ser um nematoide que se adapta bem aos cultivos anuais, principalmente a monocultura. Embora não considerado de importância primária para soja e milho o gênero *Helicotylenchus* foi encontrado em altos níveis, em 47% das amostras em um levantamento nematológico nestas culturas, em Jataí-GO (SILVA, 2007). Outros autores também destacam o gênero *Helicotylenchus* como mais frequente em solos de cerrado com vegetação nativa, com culturas anuais ou culturas perenes, embora a abundância dos mesmos em áreas cultivadas seja maior na maioria dos casos (GOMES *et al.*, 2003; CASTRO *et al.*, 2008; MATTOS *et al.*, 2008).

Os nematoides de vida livre também estiveram presentes em todas as amostras, com níveis populacionais médios em torno de 76 espécimes/100 cm<sup>3</sup> de solo (Tabela 2).

A diversidade de nematoides encontrados neste estudo, tendo sido observados apenas sete gêneros (Tabela 2), é bem menor em comparação com outros trabalhos de coleta realizados em soja ou outras culturas e em regiões diferentes, fato que alguns autores atribuem á intensiva atividade agrícola (SILVA *et al.*, 2008; MACHADO *et al.*, 2012; POSTMA-BLAAUW *et al.*, 2012), a qual realiza várias modificações no solo, fazendo com que alguns organismos não sobrevivam em determinado meio. Lehmann *et al.* (1976) em coletas realizadas em soja no RS encontraram dez gêneros de nematoides presentes no solo. Da mesma forma, Lopes (2015) em levantamento em soja na região central do Brasil observou a presença de dez diferentes gêneros nas amostras coletadas na cultura, sendo que de forma geral, incluindo as amostras de cerrado nativo, algodão e café, o autor observou 14 gêneros de fitonematoides.

No presente trabalho não identificou-se a presença de nematoides do gênero *Heterodera*, bem como a presença de *Pratylenchus* spp. foi baixa e inexpressiva considerando trabalhos de outros autores que encontraram presença dos mesmos no Rio Grande do Sul (LEHMANN et al., 1976; ANTÔNIO, 1992; CASTRO, LIMA e CARNEIRO, 2003; SANTOS et al, 2014; DEUNER et al, 2015). Tal fato pode ser justificado pelo direcionamento preferencial das coletas para áreas com presença de *Meloidogyne* spp., principalmente nas regiões Norte e Noroeste, além de os locais de coleta não serem os mesmos.

**Tabela 2** - Ocorrência de gêneros de nematoides observados nas amostras coletadas na cultura da soja nas regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, 2016.

Locais	Amostra	Gêneros						Vida Livre
		<i>Meloidogyne</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Aphelenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	<i>Paratylenchus</i>	<i>Pratylenchus</i>	
Arroio Grande	1	-	69	-	6	-	-	62
Arroio Grande	2	-	176	-	3	3	-	38
Arroio Grande	3	-	40	-	12	-	-	80
Arroio Grande	4	-	7	-	11	-	-	53
Arroio Grande	5	-	271	-	14	-	-	75
Arroio Grande	6	-	207	-	9	1	-	56
Boa Vista do Cadeado	1	101	147	-	4	-	-	103
Boa Vista do Cadeado	2	32	343	-	6	-	-	38
Boa Vista do Incra	1	2679	165	-	25	-	-	150
Boa Vista do Incra	2	78	67	-	16	6	-	177
Capão do Leão	1	-	30	-	19	-	-	58
Capão do Leão	2	-	3	-	20	-	-	55
Capão do Leão	3	-	87	-	43	-	-	106
Capão do Leão	4	2	66	-	-	-	-	42
Canguçu	1	-	224	-	32	-	4	120
Canguçu	2	-	72	-	4	-	-	58
Carazinho	1	373	274	2	-	-	-	55
Cerrito	1	29	165	-	3	-	-	60
Cerrito	2	17	145	-	4	-	-	55
Cruz Alta	1	28	74	-	-	-	-	72
Espumoso	1	163	65	-	-	-	-	48
Espumoso	2	86	105	-	-	-	-	96
Giruá	1	1113	67	-	-	-	-	144
Giruá	2	131	130	-	-	-	-	69

<b>Ibirubá</b>	<b>1</b>	56	142	-	26	8	-	98
<b>Julio de Castilhos</b>	<b>1</b>	226	24	-	10	-	-	29
<b>Julio de Castilhos</b>	<b>2</b>	52	22	-	2	-	-	24
<b>Não-Me-Toque</b>	<b>1</b>	14	44	-	8	-	-	51
<b>Pejuçara</b>	<b>1</b>	76	359	-	-	-	-	71
<b>Pejuçara</b>	<b>2</b>	32	95	-	-	-	-	53
<b>Pelotas</b>	<b>1</b>	-	61	-	23	12	-	41
<b>Pelotas</b>	<b>2</b>	-	18	-	2	-	-	48
<b>Santa Barbára do Sul</b>	<b>1</b>	1472	90	3	6	-	-	173
<b>Santa Barbára do Sul</b>	<b>2</b>	225	115	3	8	-	-	40
<b>Santa Rosa</b>	<b>1</b>	12	1944	-	-	4	-	41
<b>Santa Rosa</b>	<b>2</b>	38	146	-	6	-	-	47
<b>Sarandi</b>	<b>1</b>	2790	101	16	12	-	-	247
<b>Sarandi</b>	<b>2</b>	252	23	11	1	-	-	25
<b>Tupanciretã</b>	<b>1</b>	1082	86	13	-	-	-	147
<b>Tupanciretã</b>	<b>2</b>	188	23	12	10	-	-	55

\*Gêneros obtidos pela extração de 100 cm<sup>3</sup> de solo.

As coletas de amostra de solo e raízes, durante o levantamento nematológico, nem sempre foram realizadas nas duas áreas pré-definidas (reboleira e área geral) de cultivo da soja, pois em determinados locais não havia a formação de reboleiras (Tabela 3). Entretanto, em todas as amostras provenientes das regiões Norte e Noroeste do RS foram encontrados espécimes de *Meloidogyne*, inclusive em amostras que não demonstravam sintomas de galhas nas raízes, ou sintomas de reboleira. Em contrapartida, na região Sul do RS, 87% das amostras coletadas não apresentou o gênero *Meloidogyne*, tendo o mesmo sido encontrado em apenas duas (Cerrito e Capão do Leão) das 15 amostras coletadas nos municípios.

**Tabela 3** - Ocorrência de nematoides do gênero *Meloidogyne* provenientes de amostras coletadas em reboleira e área geral de lavouras de soja nas regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, 2016.

Local	Cultivar	Reboleira		Área geral	
		Solo*	Raiz**	Solo	Raiz
<b>Sarandi</b>	-	2.790	370	252	87
<b>Santa Barbara do Sul</b>	6209	1.472	280	225	188
<b>Ibirubá</b>	-	-	-	56	166
<b>Espumoso</b>	-	163	158	86	119
<b>Não-Me-Toque</b>	DM 6563	-	-	14	32
<b>Carazinho</b>	BMX Alvo	-	-	373	114
<b>Santa Rosa I</b>	-	-	-	12	05
<b>Santa Rosa II</b>	Magna	-	-	38	10
<b>Giruá</b>	Magna	113	1845	131	14
<b>Cruz Alta</b>	-	-	-	28	27
<b>Pejuçara</b>	-	-	-	76	18
<b>Boa Vista do Cadeado</b>	-	101	304	32	233
<b>Boa Vista do Incra</b>	-	-	-	78	17
<b>Boa Vista do Incra</b>	-	2.679	558	94	74
<b>Tupanciretã</b>	6029	1.082	310	188	26
<b>Júlio de Castilhos</b>	-	226	598	52	32
<b>Cerrito</b>	-	29	205	17	28
<b>Capão do Leão</b>	-	-	-	2	36

\*Solo = nematoides/ 100 cm<sup>3</sup>; \*\*Raiz = ovos + J2/ 10 gramas.

Os níveis populacionais de *Meloidogyne* spp. nas amostras de solo e raízes coletadas nas reboleiras foram mais elevados nos diferentes locais (Tabela 3). Nas amostras provenientes de

Sarandi, Santa Barbara do Sul, Boa Vista do Incra e Tupanciretã verificaram-se os maiores níveis populacionais, destacando-se a amostra proveniente de Sarandi com 2.790 espécimes/100 cm<sup>3</sup> de solo e 370 ovos +J2 (reboleira) e 252 espécimes/100 cm<sup>3</sup> de solo e 87 ovos +J2 (área geral), caracterizando a importância de um manejo diferenciado para evitar uma maior disseminação do nematoide para o restante do talhão ou para outros talhões. Estes níveis populacionais são considerados altos, pois seguindo a classificação proposta por Koenning (2007) para a cultura da soja e utilizada por diversos autores, a presença de 0 a 150 nematoides por 100 cm<sup>3</sup> de solo é considerada baixa, de 150 a 300 média e maior que 300 é considerada alta, da mesma forma para 10 gramas de raiz as faixas populacionais de 0 a 60 são consideradas baixas, 60 a 120 médias e maiores de 120 altas (RIBEIRO et al, 2011; DUPONT, 2012).

Esta variabilidade se deve provavelmente aos diversos tipos de manejo realizados nas áreas coletadas, desde a utilização de tratamento de sementes (CropStar®, Avicta®), aplicação de nematicidas químicos (Rugby®) e biológicos (*Trichoderma* spp.), cultivares resistentes, até a inexistência de programas de manejo. Tihohod (1993) salienta que as variações na composição química da solução do solo, causadas por aplicações de fertilizantes, fungicidas, inseticidas, herbicidas, além do teor de matéria orgânica, textura do solo e presença de microrganismos do solo também são fatores que afetam a sobrevivência dos nematoides no solo. Fatores de variabilidade como as cultivares utilizadas pelos agricultores, bem como a cultura antecessora, podem exercer influência sobre a quantidade encontrada, por afetar a reprodução dos nematoides presentes, dependendo da reação de suscetibilidade ou resistência, aumentando ou reduzindo as populações. Não foi possível identificar a cultivar utilizada e cultura antecessora para todos os locais de coleta, impossibilitando gerar conclusões precisas sobre o efeito dos mesmos.

Outro fator de variação entre os pontos coletados é a textura do solo, sendo que a mesma variou em função da referida região de coleta, onde se observou solos variando de extremamente argilosos á arenosos. Observou-se que em virtude do período de cultivo da soja ter tido precipitações frequentes, as plantas que apresentavam infestação, principalmente em solo com maior teor de argila, apresentaram poucos danos visíveis em se tratando de estande e coloração de plantas em comparação com lavouras não infestadas, não sendo possível, na maioria dos casos, diferenciar sintomas de reboleiras nas áreas.

Solos argilosos são desfavoráveis por dificultarem a movimentação e encharcarem facilmente, solos arenosos facilitam a movimentação por serem mais drenados, porém, as

oscilações de umidade são maiores (FERRAZ et al., 2010). Neste sentido, trabalhos de caracterização química e física do solo relacionados aos níveis populacionais dos nematoides, presentes nessas mesmas áreas, são importantes para se estabelecer a real associação dessas variáveis.

A idade dos cultivos de soja pode ter exercido certa influência sobre a distribuição dos pontos em que foram encontrados nematoides do gênero *Meloidogyne* em cada região, considerando que os cultivos da cultura nas regiões Norte e Noroeste são muito mais antigos que a maioria dos cultivos encontrados na região Sul, onde a cultura está adentrando como opção de rotação para o arroz, havendo assim maior número de ciclos com culturas hospedeiras, e conseqüentemente, maior reprodução dos mesmos nas áreas pertencentes às regiões Norte e Noroeste.

### **3.2. Caracterização e identificação de espécies de *Meloidogyne***

A caracterização de espécies de qualquer gênero de fitonematoide é imprescindível quando se trata do planejamento e manejo de uma lavoura infestada. Isto está principalmente ligado à escolha de plantas para a rotação e cobertura do solo, além da escolha de cultivares resistentes adequadas.

Dentre as 40 amostras coletadas nas Regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul, detectou-se a presença do nematoide das galhas nas plantas em 16 delas (40%). Nestas amostras foram identificadas 19 populações de *Meloidogyne* spp. referentes às espécies *M. javanica* Est J3, *M. arenaria* Est A2 e *M. morocciensis* Est A3 (Figura 3), sendo *Meloidogyne javanica* a espécie mais frequente e presente em 81,25% das amostras positivas para o nematoide das galhas, seguida de *M. arenaria* (31,25%) e *M. morociensis* (6,25%). Populações mistas de *Meloidogyne* spp. foram observadas apenas em três amostras onde detectou-se as espécies de *M. javanica* e *M. arenaria*. (Tabela 4). Corroborando com os dados obtidos no presente estudo, Castro, Lima e Carneiro (2003) em coletas realizadas para identificação da variabilidade de populações de *Meloidogyne* infectantes da cultura da soja em diferentes regiões brasileiras, demonstraram que das 78 amostras de solo coletadas, 50 foram identificadas como *M. javanica*, seguidas de *M. incognita*, *M. arenaria* e *M. paranaensis*, verificando maior ocorrência da espécie de *M. javanica*. Em outros trabalhos, ocorrência predominante de *M. javanica* em soja também foi

observada por Antônio (1988), Antônio (1992), Kinloch e Rodriguez-Kabana (1989), Silva (1998); Dias et al., (2000) e Santos et al, (2014).

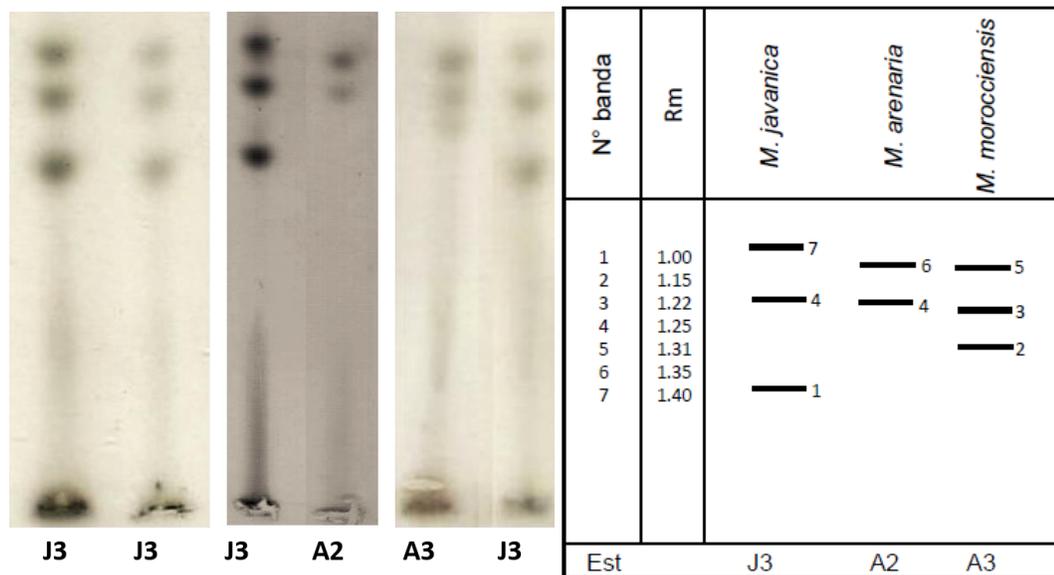
**Tabela 4** - Caracterização bioquímica de 19 de populações de *Meloidogyne* spp. obtidas em lavouras de produção de soja em diferentes municípios das regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul e seus respectivos fenótipos esterase. Frederico Westphalen, 2016.

<b>Local</b>	<b>Espécie/Frequência na amostra</b>	<b>Fenótipo Esterase</b>
<b>Sarandi</b>	100% <i>M. javanica</i>	J3
<b>Santa Barbara do Sul</b>	100% <i>M. javanica</i>	J3
<b>Ibirubá</b>	100% <i>M. javanica</i>	J3
<b>Espumoso</b>	100% <i>M. arenaria</i>	A2
<b>Não-Me-Toque</b>	100% <i>M. arenaria</i>	A2
<b>Carazinho</b>	100% <i>M. javanica</i>	J3
<b>Santa Rosa II</b>	100% <i>M. javanica</i>	J3
<b>Giruá</b>	100% <i>M. javanica</i>	J3
<b>Cruz Alta</b>	71,42% <i>M. javanica</i> ; 28,58% <i>M. arenaria</i>	J3/A2
<b>Pejuçara</b>	72,22% <i>M. arenaria</i> ; 27,77% <i>M. javanica</i>	A2/J3
<b>Boa Vista do Cadeado</b>	100% <i>M. javanica</i>	J3
<b>Boa Vista do Incra</b>	87,50% <i>M. arenaria</i> 12,50% <i>M. javanica</i>	A2/J3
<b>Tupanciretã</b>	100% <i>M. javanica</i>	J3
<b>Júlio de Castilhos</b>	100% <i>M. javanica</i>	J3
<b>Cerrito</b>	100% <i>M. morocciensis</i>	A3
<b>Capão do Leão</b>	100% <i>M. javanica</i>	J3

O fenótipo de esterase J3, típico da espécie de *M. javanica*, é frequentemente observado no Sul do Brasil em culturas perenes e anuais como pessegueiro, amoreira, quivi, soja, batata, tomate, feijão, hortícolas, videira e cana-de-açúcar (CARNEIRO et al., 1996; SOMAVILLA et

al., 2011; SOMAVILLA, 2011; LIMA-MEDINA, 2013; BELLÉ 2014; KUHN, 2015), isolado ou em mistura com *M. arenaria*. No oeste da Bahia, em coletas realizadas em diversas culturas, Lopes (2015) também observou predominância na ocorrência de *M. javanica* Est. J3 na maior parte das amostras, sendo que especificamente na cultura da soja o mesmo esteve presente em 77% das amostras analisadas pelo autor. Castro, Lima e Carneiro (2003) observaram maior ocorrência de *M. javanica* Est. J3 em raízes de soja do Rio Grande do Sul e de diversas regiões brasileiras. A predominância de populações de *M. javanica* Est. J3 foi relatada também por Bellé (2014) e Lima-Medina (2013) em coletas em cana-de-açúcar e batata, respectivamente, no Rio Grande do Sul.

**Figura 3** - Fenótipos de esterase (Est) detectados em 19 populações de *Meloidogyne* spp. coletadas em áreas de cultivo de soja nas regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, 2016.



Os fenótipos de esterase A2, de *M. arenaria* e Est. A3, de *M. morocciensis*, foram também detectados, sendo cinco populações da primeira e uma da segunda espécie, respectivamente (Tabela 4)(Figura 3). Porém, três das populações de *M. arenaria* Est A2 foram observadas em conjunto com populações de *M. javanica* Est J3. Semelhantemente Castro, Lima e Carneiro (2003), em levantamento realizado na cultura da soja em diferentes áreas do Rio Grande

do Sul, encontraram cinco populações de *M. arenaria* Est. A2 e uma de *M. morocciensis* Est. A3, no noroeste do Rio Grande do Sul. Em levantamentos em áreas com outras culturas realizados no RS também se identificou entre as diversas espécies de *Meloidogyne*, a presença de *M. arenaria* Est. A2 e *M. morocciensis* Est. A3, em videira (SOMAVILLA, 2011) e a ocorrência de *M. arenaria* Est. A2 em cana-de-açúcar (BELLÉ, 2014). Segundo outros autores, a soja pode ser parasitada, entre outras espécies de *Meloidogyne*, por *M. arenaria* e *M. mayaguensis* (INOMOTO; SILVA, 2011; ALMEIDA et al., 2008).

A espécie *Meloidogyne morocciensis* foi descrita no Marrocos parasitando pessegueiro. Inicialmente identificada como *M. arenaria*, com base em poucos padrões perineais, foram necessários diversos estudos citológicos, bioquímicos e morfológicos para obter a constatação de que a mesma diferia das espécies já existentes (SANTOS, 2011). A ocorrência de *M. morocciensis* já foi relatada por diversos autores no Brasil, sendo a mesma descrita parasitando soja (CASTRO, LIMA E CARNEIRO, 2003; CARNEIRO et al., 2008; SANTOS, 2011; MATTOS, 2013) e outras culturas, tais como batata (LIMA-MEDINA et al., 2014), mama-cadela (*Broximum gaudichacidii* Tréc.) (CARNEIRO et al., 2006), videira (SOMAVILLA, 2011) e vegetação típica de cerrado (SOUZA et al., 1994; SILVA, 2012).

Embora a ocorrência de *M. incognita*, amplamente disseminado em lavouras de soja, seja citada por outros autores, inclusive no estado do Rio Grande do Sul (FERRAZ, 2001; ROESE, 2001; MIRANDA et al., 2011), não foi detectada a presença dessa espécie em soja no estado no presente levantamento. Amostras de raízes de soja de diversas regiões produtoras do Brasil analisadas por Antônio (1992) também apresentaram presença de *Meloidogyne incognita*, porém, em menor número de amostras (09) em comparação com *M. javanica* (49). Semelhantemente, Castro, Lima e Carneiro (2003) em levantamento em soja no Brasil também constataram presença da espécie, sendo apenas uma amostra proveniente do Rio Grande do Sul. Bonfim Junior (2013) em coletas na cultura do feijoeiro no estado de São Paulo constatou maior presença de *M. incognita*, tendo esta sido identificada em cinco das sete amostras analisadas, sendo as demais identificadas como *M. javanica*. Da mesma forma, Franzener et al (2005) realizando coleta e identificação de espécies de *Meloidogyne* na cultura da soja no estado do Paraná, constataram que *M. incognita* apresentava-se como espécie mais frequente encontrada nas amostras.

No presente estudo, assim como observado por Castro, Lima e Carneiro (2003) verificou-se predominância de espécies isoladas, porém, sabe-se que é comum encontrar a ocorrência de várias espécies em conjunto (EISENBACK e TRIANTAPHYLLOU, 1991). Em três amostras (Cruz Alta, Pejuçara e Boa Vista do Incra) foi observada a presença de mistura de populações (Tabela 3), apresentando ocorrência simultânea das espécies *M. javanica* Est J3 e *M. arenaria* Est A2, com predominância de *M. arenaria* Est A2, nos dois últimos locais de coleta. Similarmente, Roese et al., 2001 em levantamento sobre a ocorrência de doenças na cultura da soja, no oeste do Paraná, verificaram na maioria das áreas amostradas, a ocorrência simultânea de ambas as espécies *M. javanica* e *M. incognita*.

Somavilla (2011) encontrou populações mistas em 15,3% das amostras coletadas em videira no Rio Grande do Sul, sendo que *M. javanica* esteve presente em todas elas. Em levantamento realizado no Chile, Carneiro *et al.* (2007) também observaram a ocorrência de populações mistas de *Meloidogyne* na cultura da videira e do quivi. A ocorrência concomitante de espécies de nematoides também já foi relatada por diversos outros autores em levantamentos realizados em bananeira, café, figueira, quivi, fumo, batata, arroz e cana-de-açúcar (COFCEWICZ *et al.*, 2004; CARNEIRO *et al.*, 2005; LIMA-MEDINA *et al.*, 2006; SOMAVILLA *et al.*, 2011; ARAUJO-FILHO, 2012; LIMA-MEDINA, 2013; NEGRETTI, 2013; BELLÉ, 2013).

### 3.3 Caracterização e identificação de espécies de *Helicotylenchus*

Através das medidas realizadas nas fêmeas de *Helicotylenchus* extraídas dos vasos contendo plantas de sorgo, foram identificadas três espécies do nematoide presentes nas amostras (Tabela 5). Na maior parte dos locais coletados (78%) se identificou *H. dihystera* (Figura 4), corroborando com diversos autores no sentido de tratar-se da espécie deste nematoide com maior dispersão nas áreas em geral. Além de *H. dihystera*, também foi detectada a presença de outras duas espécies em duas amostras (Tabela 5), nas quais foram identificados *H. multincinctus* (Pejuçara) e *H. pseudorobustus* (Santa Barbara do Sul) (Figura 3).

Na cultura da soja, a presença de *Helicotylenchus dihystera* foi relatada por Lehmann *et al.* (1976) em coletas no estado do RS. No Acre a espécie também foi identificada em plantas de soja com uma frequência de 85% das amostras analisadas (SHARMA *et al.*, 2002). Em

levantamento realizado na cultura da cana-de-açúcar verificou-se a ocorrência do gênero *Helicotylenchus* em mais de 90% das 800 amostras coletadas por Novaretti et al., (1974), onde mais foi tarde relatada, pelo mesmo autor, a espécie *H. dihystera* como a mais comumente encontrada, sendo detectada em 49 % das amostras, ocorrendo em associação com várias fruteiras.

Apesar de ser considerado um nematoide que não causa danos às culturas, alguns trabalhos, como o realizado por Sharma et al (1993), revelam que a alta população de *H. dihystera* no solo pode reduzir o crescimento e desenvolvimento de plantas de trigo e ervilha bem como seu rendimento de grãos, resultando em perdas na produtividade das culturas. A grande densidade do nematoide espiralado *H. dihystera* nas áreas de cultivo de plantas anuais pode ser estimulada pela presença de algumas espécies de plantas. Rodríguez-Kábana & Collins (1979) verificaram em trabalho realizado no estado do Alabama (EUA) que o cultivo de milho e algodão proporcionavam maior população final de *H. dihystera* na época de colheita.

**Tabela 5** - Valores morfométricos de espécimes do gênero *Helicotylenchus* coletados em lavouras de soja em diferentes municípios das regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen, 2016.

Medida	PROCEDÊNCIA				
	Arroio Grande	Canguçu	Capão do Leão	Cerrito	Pelotas
<b>CE</b>	24,804* (24,263 – 26,318)**	25,005 (24,904 – 26,988)	25,179 (24,033 – 26,533)	22,225 (24,208 – 26,716)	24,355 (24,087 – 26,495)
<b>C</b>	40,549 (35,585 – 48,228)	41,182 (35,851 – 49,267)	39,771 (35,105 - 46.519)	40,382 (35,709 – 45,757)	42,489 (35,085 – 48,037)
<b>O</b>	40,175 (35,675 – 44,744)	40,054 (35,554 – 44,326)	39,755 (35,255 - 44,876)	40,047 (35,547 – 44,844)	39,505 (35,565 – 44,002)
<b>V</b>	60,184 (58,750 – 68,192)	61,276 (59,140 – 67,245)	60,712 (59,041 – 68,995)	63,961 (58,784 – 67,965)	63,350 (58,212 – 67,286)
<b>L</b>	589,513 (536,202 – 666,629)	623,162 (560,825 – 691,445)	555,958 (536,343 – 693,027)	573,404 (538,242 – 657,998)	589,691 (533,354 – 686,401)
<b>DEGO</b>	10,541 (9,171 – 11,425)	9,960 (8,742 – 11,698)	9,704 (8,658 - 11,777)	9,977 (9,036 – 11,953)	9,620 (8,924 – 11,658)
<b>Espécie</b>	<i>H. dihystra</i>				

Medida	PROCEDÊNCIA				
	B. Vista do Cadeado	B. Vista do Incra	Carazinho	Cruz Alta	Espumoso
<b>CE</b>	25,606 (24,194 – 26,906)	25,701 (24,904 – 26,988)	25,503 (24,002 – 26,974)	25,155 (24,002 – 26,284)	25,561 (24,434 – 26,629)
<b>C</b>	42,236 (35,063 – 46,986)	38,763 (36,613 – 45,743)	39,368 (35,629 – 46,761)	42,596 (35,040 – 48,511)	38,439 (35,288 – 48,934)
<b>O</b>	41,200 (36,708 – 45,003)	40,654 (35,345 – 45,000)	39,234 (35,111 – 45,002)	40,235 (35,706 – 44,765)	39,505 (35,987 – 44,005)
<b>V</b>	60,910 (59,076 – 64,565)	65,151 (58,195 – 68,520)	61,310 (58,010 – 65,479)	61,317 (58,134 – 67,909)	60,871 (58,413 – 64,182)

<b>L</b>	639,825 (552,053 – 703,810)	593,582 (532,197 – 719,908)	624,898 (542,124 – 711,941)	634,211 (561,180 – 778,987)	629,235 (539,730 – 692,374)
<b>DEGO</b>	10,551 (9,038 – 11,936)	10,623 (9,134 – 11,923)	10,107 (8,736 – 11,548)	10,147 (8,696 – 11,503)	9,962 (9,099 – 11,387)
<b>Espécie</b>	<i>H. dihystra</i>				

<b>Medida</b>	<b>PROCEDÊNCIA</b>				
	<b>Giruá</b>	<b>Ibirubá</b>	<b>Júlio de Castilhos</b>	<b>Não-Me-Toque</b>	<b>Pejuçara</b>
<b>CE</b>	24,976 (24,359 – 26,550)	25,377 (24,353 – 27,001)	25,556 (24,005 – 27,001)	25,809 (24,351 – 26,562)	23,359 (22,563 – 24,405)
<b>C</b>	40,364 (35,212 – 49,368)	43,191 (37,497 – 49,644)	41,610 (35,858 – 48,986)	41,358 (35,002 – 45,961)	45,744 (43,324 – 47,435)
<b>O</b>	40,520 (35,465 – 45,001)	40,968 (35,968 – 44,768)	40,043 (35,543 – 44,578)	39,603 (35,103 – 44,289)	38,635 (34,429 – 39,879)
<b>V</b>	60,814 (58,046 – 69,060)	60,134 (58,799 – 67,216)	61,981 (58,964 – 65,418)	60,805 (58,331 – 67,840)	67,791 (66,108 – 72,393)
<b>L</b>	639,549 (532,843 – 748,621)	625,660 (589,720 – 706,879)	616,177 (543,229 – 750,270)	644,837 (585,775 – 735,510)	543,604 (489,073 – 616,092)
<b>DEGO</b>	10,118 (9,057 – 11,569)	10,634 (9,003 – 11,781)	10,195 (8,772 – 12,058)	9,962 (9,090 – 11,729)	9,003 (8,233 – 9,276)
<b>Espécie</b>	<i>H. dihystra</i>	<i>H. dihystra</i>	<i>H. dihystra</i>	<i>H. dihystra</i>	<i>H. multincinctus</i>

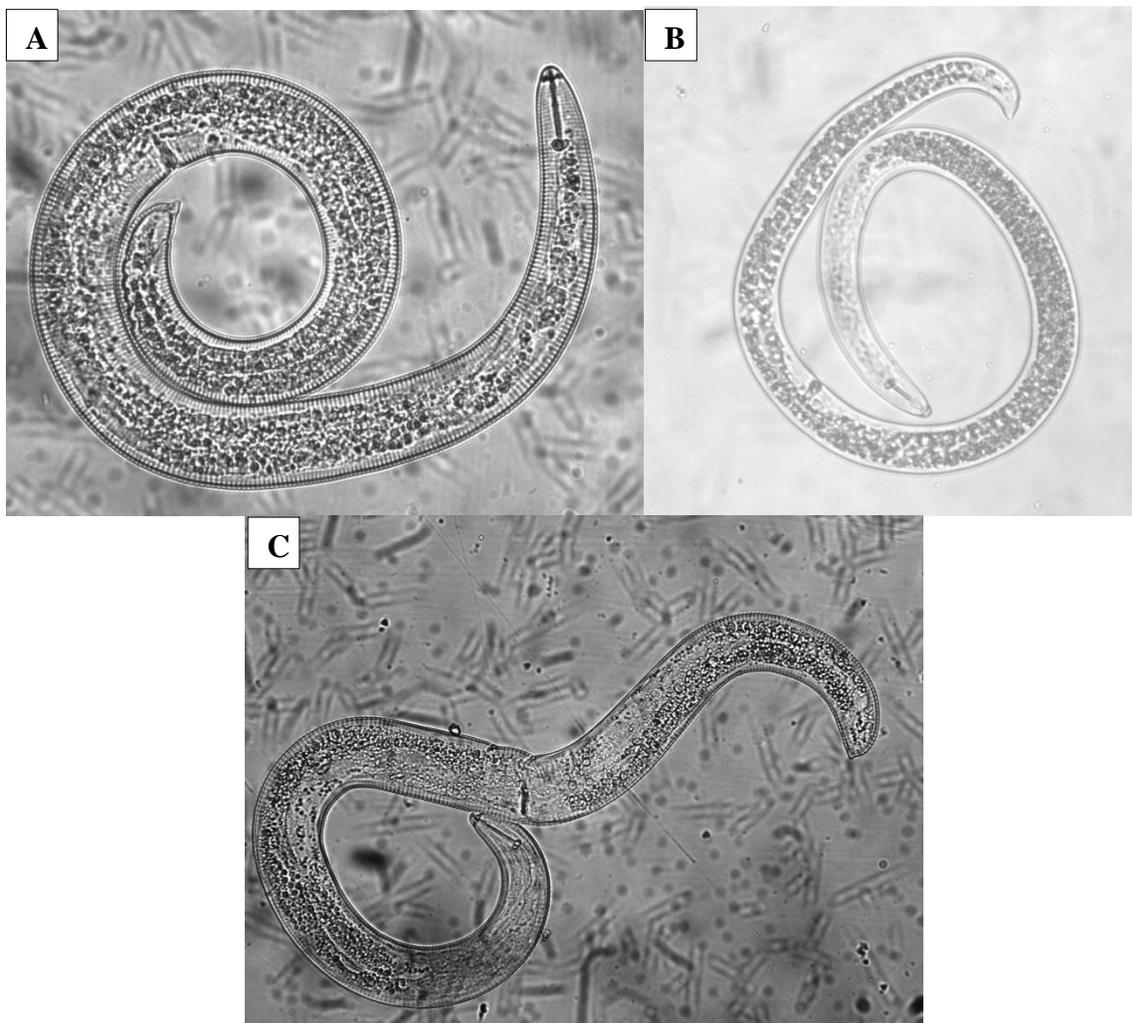
<b>Medida</b>	<b>PROCEDÊNCIA</b>			
	<b>Santa Barbara do Sul</b>	<b>Santa Rosa</b>	<b>Sarandi</b>	<b>Tupanciretã</b>
<b>CE</b>	24,300 (23,155 – 26,335)	25,531 (24,359 – 26,753)	24,372 (24,051 – 26,092)	25,207 (24,589 – 26,645)
<b>C</b>	40,243 (32,516 – 49,794)	41,371 (36,233 – 46,305)	41,469 (35,471 – 47,740)	39,073 (35,066 – 45,158)
<b>O</b>	51,568	37,800	40,289	40,501

	(40,787 – 56,035)	(35,800 – 41,788)	(35,789 – 44,989)	(36,978 – 45,001)
<b>V</b>	61,567 (59,390 – 63,822)	63,242 (58,228 – 68,220)	60,099 (58,282 – 66,557)	61,087 (58,693 – 68,184)
<b>L</b>	618,922 (585,218 – 679,637)	605,127 (535,788 – 748,089)	614,360 (558,997 – 718,431)	642,794 (533,477 – 711,878)
<b>DEGO</b>	12,666 (10,344 - 13,446)	9,664 (8,721 – 10,902)	12,665 (10,922 - 12,975)	10,470 (9,196 – 11,321)
<b>Espécie</b>	<i>H. pseudorobustus</i>	<i>H. dihytera</i>	<i>H. dihytera</i>	<i>H. dihytera</i>

\* Valores médios obtidos das medidas de 20 fêmeas de *Helicotylenchus*.

\*\* Variação entre os valores mensurados em 20 fêmeas de *Helicotylenchus*.

**Figura 4** - Fotomicrografia de *Helicotylenchus dihystra* (A) *Helicotylenchus pseudorobustus* (B) e *Helicotylenchus multicinctus* (C) em microscópio óptico (40x). Frederico Westphalen, 2016.



#### 4. CONCLUSÕES

Há diversidade de gêneros de nematoides na cultura da soja no RS, sendo os mais frequentes *Meloidogyne* e *Helicotylenchus*.

*Meloidogyne javanica* Est J3 e *Helicotylenchus dihystra* são as espécies que ocorrem em maior frequência em lavoras de soja do Rio Grande do Sul.

Há baixa infestação do gênero *Meloidogyne* nas áreas de soja coletadas no Sul do estado do Rio Grande do Sul.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAM, L.M.; MEYER, M.C. Doenças da soja. In: KIMATI, H.L.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (eds.). **Manual de Fitopatologia**. Doenças de Plantas cultivadas. Ceres; São Paulo, p. 569-588. 2005.
- ALMEIDA, E.J., P.L.M. SOARES, A.R. SILVA & J.M. SANTOS. 2008. Novos registros sobre *Meloidogyne mayaguensis* no Brasil e estudo morfológico comparativo com *M. incognita*. **Nematologia Brasileira** Vol 32(3) – 2008.
- ANTÔNIO, H. Avaliação das perdas causadas por *Meloidogyne incognita* raça 4 no cultivar BR-4 de soja. **Nematologia Brasileira**, v.12, p.29-34, 1988
- ANTÔNIO, H. Fitonematoides na cultura da soja. **Informe Agropecuário**, 16 (172):60-65. 1992.
- ARAUJO-FILHO, J. V. **Meloidoginose na cultura do tabaco: identificação de espécies, caracterização de isolados e reação de genótipos de Nicotina spp. a *Meloidogyne enterolobii***. 2012. 91f. (Tese) - Programa de Pós Graduação em Fitopatologia, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ASMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. Reação de cultivares de soja recomendadas para o estado de Mato Grosso do Sul a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.74-79, 1996.
- BAIDA, F.C.; STROZE, C.T.; MACHADO, A.C.Z.; AMARO, P.M. Ocorrência De *Helicotylenchus Dihystera* Em Cultivo De Soja No Paraná. **Anais**. XXXII Congresso Brasileiro de Nematologia. 2015.
- BELLÉ, C. **Fitonematoides na cultura da cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul: Levantamento, caracterização e reação de genótipos a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus zae***. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, RS, 2014.
- BONETTI, J. I. & S. FERRAZ. Modificações no método Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua*, em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 533, 1981.
- BONFIM JUNIOR, M.F. **Nematoides em feijoeiro-comum: ocorrência nos Estados do Paraná e São Paulo, e interação de cultivares com *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica***. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Piracicaba, p:115, 2013.
- CARNEIRO, R. G. et al. Reação de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 2, p. 9-13, 2007.

CARNEIRO, R.D.G. & M.R.A. ALMEIDA. 2001. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, 25 (1): 35-44.

CARNEIRO, R.M.D.G.; ALMEIDA, M.R.A.; CARNEIRO, R.G. Enzyme phenotypes of Brazilian populations of *Meloidogyne* spp. **Fundamental and Applied Nematology**, 19(6):555-560. 1996

CARNEIRO, R.M.D.G.; RANDIG, O.; ALMEIDA, M.R.A. ;GONÇALVES, W. Identification and characterization of *Meloidogyne* species on coffee from São Paulo and Minas Gerais states of Brazil using esterase phenotypes and SCAR-PCR multiplex. **Nematologia Brasileira** v. 29, p. 233–241, 2005.

CARNEIRO RMDG, ALMEIDA MRA, SILVA DB (2006) Ocorrência de *Meloidogyne arenaria* em mama-cadela no Distrito Federal, Brasil. **Nematologia Brasileira** 30: 95-96.

CARNEIRO, R.M.D.G.; SANTOS, M.F.A; ALMEIDA, M.R.A; MOTA, F.C.; TIGANO, M. diversity of *Meloidogyne arenaria* using morphological, cytological and molecular approaches. **Nematology** 10(6): 810-834. 2008

CASTRO, J. M. C.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A.; NAVES, R. L.; JUNIOR, W. C. A.; DUTRA, M. R.; COIMBRA, J. L.; MAXIMINIANO, C. & SILVA, J. R. C. 2008. Levantamento de fitonematoides em cafezais do Sul de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba 32(1): 56-64.

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

COFCEWICZ, E. T.; CARNEIRO, R. M.D.G.; CASTAGNONE-SERENO, P.; QUÉNÉHERVÉ, P. Enzyme phenotypes and genetic diversity of root-knot nematodes parasitising *Musa* in Brazil. **Nematology**, v.6, n. 1, p.85-95, 2004.

CONAB – COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira de Grãos**. V. 3 - SAFRA 2015/16- N. 2 - Segundo levantamento | NOVEMBRO 2015. Disponível em: HYPERLINK  
"http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\_11\_10\_09\_51\_50\_safras\_nov\_2015.pdf. Acesso em: 11/11/2015  
"http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\_11\_10\_09\_51\_50\_safras\_nov\_2015.pdf.

COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Ivo Manica e José Antônio Costa (Ed.), 1996. 233p.

DECRAEMER W. and D.J. HUNT, 2006. Structure and Classification. In: **Plant Nematology** (R.N. Perry and M. Moens, eds.) CAB International Publishing, Oxfordshire, UK, 3–32.

DEUNER, C.C. ; GHISSI, V.C. ; TEDESCO, I. Nematóides de galha. In: REIS, E.M.; CASA, R.T.. (Org.). **Doenças da soja**. ed.:, 2012, v. , p. 385-393.

DEUNER, C.C.; GHISSI, V.C.; DEUNER, E.; TISCHER, A. Nematóides em Soja: distribuição populacional no Rio Grande do Sul. **Revista Plantio Direto** – Edição conjunta 142/143. 2015.

DIAS, W. P.; GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. E. de S. Nematóides em Soja: Identificação e Controle. Londrina: Embrapa, 2010. **Circular Técnica** 76. 8 p.

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V. Nematóides associados à cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 22., 2000, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: Editora UFV, 2000. P.59-65.

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V. Nematóides associados á cultura da soja. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, XXII, Uberlândia, **Anais**, p.59-65. 2000.

DOUCET, M. E.; CORONEL, N.; DEL VALLE, E.; WIEMER, A.P.; GARCÍA, J.; LAX, P. **Nematodos Fito-Parásitos “Emergentes” En Diversos Cultivos De Argentina. Palestra.** **Anais XXII Congresso Brasileiro de Nematologia.** 2015.

DUPONT – COMUNICADO TÉCNICO 09. Manejo de nematoides nas culturas da soja e do milho. Jul/2012.

EISENBACK J.D.; H. HIRSCHMAN, 1979. Morphological comparison of second-stage juveniles of several *Meloidogyne* species (root-knot nematodes) by scanning electron microscopy. **Scanning Electron Microscopy** 3, 223–230

EISENBACK, J. D., HIRSCHMANN, H., TRIANTAPHYLLOU, A. C. Morphological comparison of *Meloidogyne* female head structures, perineal patterns, and stylets. **Journal of Nematology**, v.12, n.4, p.300-313, 1980.

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

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2011** . Londrina: Embrapa soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuaria Oeste, 2010. 255p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Programa Nacional de pesquisa da Soja**. Embrapa – DID, 115p. Brasília, DF, 1981.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil – 2008**. - Londrina. Embrapa Soja: Embrapa Cerrados : Embrapa Agropecuária Oeste, 2008.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja**. Região Central do Brasil, Londrina, 2006.

- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuaria Oeste, 2013. 255p
- ESBENSHADE, P.R. e TRIANTAPHYLLOU, A.C. Isozyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology**, 22(1):10-15. 1990
- ESBENSHADE, P.R. e TRIANTAPHYLLOU, A.C. Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology**, 17(1):6-20. 1985
- FERRAZ, L. C. C. B. As meloidogynoses da soja: passado, presente e futuro. In: SILVA, J.F.V. (Org.) Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja. Londrina: Embrapa Soja/**Sociedade Brasileira de Nematologia**, 2001. p-15-38.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A. & DIAS-ARIEIRA, C. R. 2010. Manejo sustentável de fitonematoides. 1ª edição. Ed. UFV, Viçosa-MG.
- FRANZENER, G.; UNFRIED, J.R.; STANGARLIN, J. R.; FURLANETTO, C. Nematoides formadores de galha e cisto patogênicos à cultura da soja em municípios do oeste do Paraná. **Nematologia Brasileira**. Vol. 29(2):261-265. 2005.
- GOMES, G. S.; HUANG, S. P. & CARES, J. E. 2003. Nematode community, trophic structure and population fluctuation in soybean fields. **Fitopatologia Brasileira** 28: 258-266.
- HARTMAN, K.M.; SASSER, J.N. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal-pattern morphology. In: BARKER, K.R.; CARTER, C. C.; SASSER, J.N. (Ed.) An advanced treatise on *Meloidogyne*: methodology. Raleigh: **NCSU Graphics**, 1985. 111p.
- HUSSEY, R. & BARKER, K. R. A Comparisons of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. Including a new technique. **Plant Disease Reporter**, v. 57, p. 1025-1028, 1973.
- INOMOTO, M. M.; SILVA, R. A. Importância dos nematóides da soja e influência da sucessão de cultura. **Boletim de Pesquisa da soja 2011**, Rondonópolis, n. 15, p. 392-399,2011.
- JAEHN, A.; MENDES, M.L.; SILVA, M.F. Plant-parasitic nematodes on soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), in the Paranapanema Valley, Sp. **Nematologia Brasileira** 22 (1): 79-81. 1998.
- JENKINS WR (1964) A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter** 48:692.
- KINLOCH, R.A. & RODRIGUEZ-KABANA, R. Root-knot nematodes. In: SINCLAIR, J.B. & BACKMAN, P. A. (Eds.). **Compendium of soybean diseases**. APS Press, Minnesota, p.70-71. 1989.

KOENNING, S. R. **Rotations for management of root-knot nematode in cotton.**  
[http://www.cottoninc.com/statesupport-program/State-Support-Program Projects/detail.asp?SelectedYear=2007&projectID=123](http://www.cottoninc.com/statesupport-program/State-Support-Program%20Projects/detail.asp?SelectedYear=2007&projectID=123). North Carolina State University/EUA, 2007.

KUHN, P.R. **Diversidade da nematofauna em pomares de videira com sintomas de declínio e agressividade de *Mesocriconema xenoplax*.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, RS, 2015.

LEHMANN, P. S.; ANTONIO, H.; BARKER, K.R. Ocorrência de Nematoides em soja nos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. II Reunião de Nematologia. **Sociedade Brasileira de Nematologia**. nº 2, 1977.

LEHMANN, P.S.; MACHADO, C.C.; TARRAGÓ, M.T. Frequência e severidade de doenças da soja nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. **Fitopatologia Brasileira**. 1976.

LIMA, W.G.; POLTRONIERI, L.; SANTOS, J.M. dos; SOARES, C.M.A.; CARDOSO, S.S. Identificação de gêneros de fitonematoides em áreas de floresta no estado do Pará. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA UFRA, 1.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 7., 2003, Belém. **Anais....** Belém: UFRA, 2003. P.91. Resumo 65.

LIMA-MEDINA, I. **LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO NEMATOIDE DAS GALHAS (*Meloidogyne* spp.) E DAS LESÕES (*Pratylenchus* spp.) EM BATATA NO SUL DO BRASIL E ESTUDO DA PATOGENICIDADE EM *Solanum* spp.** Tese. (Doutorado) Universidade Federal de Pelotas. Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. 2013.

LIMA-MEDINA, I.; GOMES, C. B. ; ROSSI, C. ; CARNEIRO, R. M. D. G . Caracterização de Populações de *Meloidogyne* spp. Provenientes de Figueira do Rio Grande do Sul e de São Paulo. **Nematologia Brasileira**, v. 30, p. 179-187, 2006.

LIMA-MEDINA, I.; SCHAFER, J. T.; GOMES, C. B. Reaction of potato cultivars to *Meloidogyne Hapla* and *M. morocciensis*. Edição dos Proceedings do 6th International Congress of Nematology, Cape Town, South Africa, May 2014. **Journal of Nematology**, v. 46, n. 2, p. 195, June 2014.

LOPES, C. M. L. **Populações de nematoides fitoparasitas em áreas de cultivo de soja, algodão, café e de vegetação nativa do Cerrado na região Oeste da Bahia.** 2015. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília.  
 LORDELLO, L.G.E. & Marini, P.R. (1974) Alguns nematóides parasitas de plantas no Rio Grande do Sul. **Rev. Agricultura**. Piracicaba 49 (1) : 15-18.

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

MACHADO, A.C.Z.; DORIGO, O.F.; SILVA, S.A.; AMARO, P.M. Parasitismo De *Helicotylenchus dihystera* Nas Culturas Da Soja E Milheto. **Anais**. XXXII Congresso Brasileiro de Nematologia. 2015.

MAI, W.F.; MULLIN, P.G. **Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera**. Ithaca: Cornell University Press, 271 p. 1996.

MATTOS, J. K. A.; ANDRADE, E. P.; TEIXEIRA, M. A.; CASTRO, A. P. G. & HUANG, S. P. 2008. Gêneros-chaves de onze diferentes comunidades de nematoides do solo na região dos cerrados do Brasil central. **Nematologia Brasileira** 32(2): 142-149.

MIRANDA, D. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R. Nematóides – um desafio constante. **Boletim de Pesquisa da Soja 2011**, Rondonópolis, n. 15, p. 400-414, 2011.

NEGRETTI, R. R. D. **Caracterização do nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.) em cultivo de arroz irrigado nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina e hospedabilidade de plantas daninhas e forrageiras a *Meloidogyne graminicola***, 2013. 70f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

NOVARETTI, W.R.T., ROCCIA, A.O., LORDELLO, L.G.E. ; MONTEIRO, A.R. Contribuição ao estudo dos nematóides que parasitam a cana-de-açúcar em São Paulo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 1., 1974, Piracicaba, SP. **Anais....** p.27-32.

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

RIBEIRO, N.R.; FAVORETO, L.; MIRANDA, D.M. NEMATÓIDES UM DESAFIO CONSTANTE. **Boletim Fundação Mato Grosso**. 2011. Disponível em: <http://aprosmat.com.br/wp-content/uploads/2012/11/NEMATOIDES-UM-DESAFIO-CONSTANTE.pdf>

RODRÍGUEZ-KÁBANA R, COLLINS RJ (1979) Relation of fertilizer treatments and cropping sequence to populations of two plant parasitic nematode species. **Nematropica** 9:151-166

ROESE, A.D.; ROMANI, R.D.; FURLANETTO, C.; STANGARLIN, J.R.; PORTZ, R.L. Levantamento de doenças na cultura da soja em municípios da região oeste do estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, p.1293-1297, 2001.

ROESE, A.D., OLIVEIRA, R.D.L.; LANES, F.F. Reação de cultivares de soja (*Glycine max* L. Merrill) a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira** 28:131-135. 2004.

ROSSI, C. E. **Levantamento, reprodução e patogenicidade de nematóides a fruteiras de clima subtropical e temperado**. Tese (doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz.-114p - Piracicaba, 2002.

SANTOS, D. F. 2011 **Reação de cultivadores de soja a *Meloidogyne morocciensis***. Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.

SANTOS, P.S.; REBELATO, G.; DALLA FAVERA, D.; DAL SOTTO, R.; BALARDIN, R.; MADALOSSO, M.G. Mapa dos Nematoides. **Revista Cultivar grandes culturas**. Ano XV, nº 187. Dezembro de 2014.

SCANDALIOS, John G. Genetic control of multiple forms of enzymes in plants: A review. **Biochemical Genetics**, v.3, p.37-79, 1969.

SCHRECK REIS, C.; VIEIRA DOS SANTOS, M.C.; MARAIS, M.; SANTOS, M.S.N.A.; DUYS, H.; FREITAS, H.; VAN DER PUTTEN, W. First record of *Helicotylenchus varicaudatus* Yuen, 1964 (Nematoda: Hoplolaimidae) parasitizing *Ammophila arenaria* (L.) Link in Portuguese coastal sand dunes. **Phytopathologia Mediterrânea**. 2010.

SHARMA, R.D.; CAVALCANTE, M.J.B.; MOURA, G.M.; VALENTIN, J.F. Nematoides associados a Genótipos de soja Cultivados no Acre, Brasil. **Nematologia Brasileira**, 2002, vol 26 (1): 109-111.

SHARMA, R.D.; SILVA, D.B.; CASTRO, L.H.R. efeito de *Helicotylenchus dihystera* sobre trigo e ervilha cultivados em solos provenientes de três sistemas de preparo. **Nematologia Brasileira**, 17 (2): 85-95. 1993.

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

SILVA, G. S. S. et al. (2008). Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em *Psidium guajava* no Estado do Maranhão. **Nematologia Brasileira**, 32(3), 242-243.

SILVA, J. F. V. Problemas sanitários da soja no Brasil com ênfase em fitonematoides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XXI, Maringá. **Anais**. P.16-20. 1998.

SILVA, J.G.P. **OCORRÊNCIA DE *Meloidogyne* spp. EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DO CERRADO E HOSPEDABILIDADE DE PLANTAS NATIVAS A *Meloidogyne javanica***. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Programa de Pós Graduação em Fitopatologia. 2012.

SILVA, F.G. **Levantamento de fitonematoides nas culturas da soja e do milho no município de Jataí-GO**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós graduação em Agronomia. Minas Gerais, BR. 2007.

SOMAVILLA, L. **Levantamento, caracterização do nematóide das galhas em videira nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina e estudo da resistência de porta-enxertos a *Meloidogyne* spp.** Tese (Doutorado) Universidade Federal de Pelotas – Pelotas. 2011.

SOMAVILLA, L.; GOMES, C.B.; CARBONARI, J.J.; CARNEIRO, R.M.G. Levantamento e caracterização de espécies do nematoide das galhas em quivi no Rio Grande do Sul, Brasil. **Tropical Plant Pathology**, vol. 36, 2,089-094. 2011.

SOUZA RM, DOLINSKI CM, HUANG SP (1994) Survey of *Meloidogyne* spp. in native cerrado of Distrito Federal, Brazil. **Fitopatologia Brasileira** 19: 463-465.

SOYATECH: **Soy facts**. 2012. Consultado em Julho de 2015: [HYPERLINK "http://www.soyatech.com/soy\\_facts.html"](http://www.soyatech.com/soy_facts.html)[http://www.soyatech.com/soy\\_facts.html](http://www.soyatech.com/soy_facts.html)

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: Funep, 1993. 235 p

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

TOMAZINI, M. D.; FERRAZ, L. C. C. B. & MONTEIRO, A. R. 2008. Abundância e diversidade de nematoides em áreas contíguas de vegetação natural e submetidas a diferentes tipos de uso agrícola. **Nematologia Brasileira** 32(3): 185-193.

WILLIAMS B.D., B. SCHRANK, C. HUYNH, R. Shownkeen and R.H. Waterston, 1992. A genetic mapping system in *Caenorhabditis elegans* based on polymorphic sequencetagged sites. **Genetics** 13, 609–624.

## **CAPITULO II. REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA A DIFERENTES ESPÉCIES E POPULAÇÕES DE *Meloidogyne* spp.**

### **1. INTRODUÇÃO**

Desde a sua domesticação, até o presente momento, a soja evoluiu para uma cultura de elevada importância a nível global (SINGH & SINGH, 2010), tornando-se uma das principais commodities da área agrícola, sendo cultivada em cerca de 102 milhões de hectares em todo mundo (FAOSTAT, 2011). Os Estados Unidos da América é responsável por cerca de 35% da produção mundial, consolidando-se como maior produtor, seguido pelo Brasil, Argentina, China e Índia (FAOSTAT, 2011).

No Brasil, o primeiro relato de cultivo de soja data o ano de 1914 no município de Santa Rosa, no Rio Grande do Sul, expandindo-se a partir da década de 60 para as demais áreas de produção, consolidando-se nos anos 70 como principal cultura do agronegócio brasileiro. Atualmente, segundo dados divulgados pela Conab (2015), os principais estados produtores de soja no Brasil são Mato Grosso (28,1 milhões de toneladas), Paraná (17,1 milhões de toneladas), Rio Grande do Sul (14,7 milhões de toneladas) e Goiás (8,7 milhões de toneladas), contribuindo em grande escala na produção nacional de cerca de 96 milhões de toneladas do grão colhidos na safra 2014/2015.

A cultura da soja no país é atacada por cerca de cinquenta doenças, responsáveis por perdas de 15 a 20% da produção (YORINORI 2002), podendo em alguns casos chegar a 100% (EMBRAPA, 2004). Entre os causadores destas doenças estão os fungos, bactérias, vírus e nematoides, sendo que o número de doenças continua crescente em virtude da expansão da área cultivada com a cultura.

Os nematoides têm distribuição mundial, ocupando o segundo lugar em número de espécies, perdendo apenas para os artrópodes, mas são os mais numerosos em número de indivíduos (CAMPOS, 1992). Danos em soja causados por nematoides vêm aumentando ao longo dos anos em função do comprometimento do sistema radicular de plantas atacadas, afetando, conseqüentemente, a absorção de nutrientes e água pelo sistema radicular da planta, reduzindo assim o potencial produtivo da cultura, e, em casos mais severos, levando à morte.

Segundo Ferraz (2001), mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas a cultivos de soja em todo o mundo. Dentre os nematoides que parasitam a soja, destacam-se principalmente *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev; Stekhoven, 1941, *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940), *Heterodera glycines* (Ichinohe, 1952), *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 e *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 (EMBRAPA, 2003; EMBRAPA, 2010). Essas duas últimas espécies são conhecidas como os nematoides formadores de galhas e merecem uma maior atenção, pois estão amplamente disseminados por todo o mundo, sendo de difícil controle por apresentar elevada taxa de reprodução e polifagia, parasitando um grande número de espécies vegetais.

O nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.) ocasiona perdas na produtividade em cultivares suscetíveis variando de 30% a 90% (ASMUS, 2001). No Brasil a espécie mais comum é *Meloidogyne javanica*, que tem ocorrência generalizada e causa perdas de 10% a 40% na cultura, principalmente em locais de solos arenosos ou médio-arenosos. Já *M. incognita*, predomina em áreas cultivadas anteriormente com café ou algodão e está associada à sucessão de cultura soja-algodão e soja-milho. Além destas espécies, a soja também pode ser parasitada por *M. arenaria*, *M. mayaguensis*, *M. paranaensis*, *M. enterolobii*, *M. ethiopica* e *M. morocciensis* (INOMOTO & SILVA, 2011; MIRANDA et al., 2011; ROESE et al, 2004; DIAS et al, 2010; SILVA, 2011).

O controle de fitonematoides em geral é uma tarefa de difícil execução, sendo que sua erradicação completa das áreas infestadas é praticamente impossível tendo em vista seus mecanismos de sobrevivência e sua grande gama de hospedeiros. Sendo assim, a prevenção da entrada e da disseminação dos mesmos para áreas não afetadas consistem nas principais medidas de controle (FREITAS et al., 2001). O planejamento das estratégias de controle de fitonematoides é de suma importância para o sucesso do mesmo, considerando a integração de vários métodos como promissora, além de ser desejável que seja de custo reduzido, sendo geralmente recomendado o uso de rotação de culturas com plantas não hospedeiras ou antagônicas, uso de genótipos resistentes ou tolerantes e o controle químico e biológico (ALMEIDA et al. 2005).

O uso de nematicidas é um método de controle relativamente rápido, porém, seu alto custo e sua toxicidade ao homem e ao ambiente fazem com que este método seja pouco utilizado, dando-se preferência aos métodos culturais, genéticos e biológicos. Ferraz (1999) considera o uso

de cultivares de soja resistentes ao nematoide como o melhor método de manejo, caracterizando o mesmo como uma solução duradoura e acessível à maioria dos agricultores, além de não poluir o ambiente.

A utilização de genótipos que apresentam resistência aos fitonematoides tem como vantagem a capacidade de suprimir a reprodução dos nematoides, reduzir o risco de contaminação do ambiente, não requerer equipamentos especiais para sua utilização, além do fato de o custo de aquisição ser semelhante ao custo de sementes de cultivares suscetíveis (SILVA, 2001). A formação de um sistema radicular saudável e agressivo é característico de genótipos de soja resistentes aos nematoides do gênero *Meloidogyne* (DIAS *et. al.*, 2010) e seu efeito pode ser observado também nos cultivos subsequentes, com espécies vegetais suscetíveis, beneficiadas pela redução da população dos nematoides na área (SILVA, 2001).

Segundo Tihohod (1993), para que uma planta seja considerada resistente deve ocorrer o detrimento do nematoide, impedindo a penetração e principalmente o desenvolvimento e reprodução do mesmo no interior do tecido vegetal. O desenvolvimento de plantas resistentes necessita de integração de várias áreas específicas de conhecimento, exigindo participação de melhoristas e fitopatologistas (BORÉM, 1998), tendo como objetivo principal a correção de defeitos de uma cultivar comercial, como a suscetibilidade a doenças (YORINORI & KIIHL, 2001).

Tanto em sistemas de baixo, como de alto uso de tecnologia, o uso de cultivares resistentes possibilita o controle adequado de nematoides (SILVA, 2001). Porém, sua obtenção requer muitos anos de pesquisas e testes a campo e, sua recomendação pode ser restrita a determinadas regiões, considerando o clima e o solo (FREITAS *et al.*, 2001). Geralmente, plantas que possuem resistência são penetradas por numero similar de juvenis que atacam plantas suscetíveis (MOURA, 1997), verificando assim que a resistência pode, em muitos casos, não proteger a planta contra a penetração dos juvenis. Todavia, sabe-se que apesar dos nematoides conseguirem penetrar em plantas resistentes, os mesmos não conseguem desenvolver-se plenamente em seu interior, podendo retornar ao solo e morrer, aumentar o volume do corpo sem que ocorra diferenciação sexual, morrer logo após a penetração devido a reações de hipersensibilidade do hospedeiro e, em alguns casos sofrer reversão sexual resultando em galhas com apenas machos (CARNEIRO *et al.*, 2005, TEIXEIRA, 2013).

A maioria das cultivares de soja resistentes aos nematoides-das-galhas disponíveis no Brasil descendem de uma única fonte de resistência, a cultivar norte-americana Bragg (DIAS et al., 2010; MIRANDA et al., 2011), que possui como genitores a cultivar resistente Jackson e a cultivar D49-2491, sendo Jackson descendente de Palmetto e Volstate, ambas com resistência a *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. incognita* (SILVA, 2001).

Muitas cultivares resistentes às diferentes espécies de *Meloidogyne* (Schmitt e Noel, 1984) foram obtidas através do desenvolvimento de programas específicos de melhoramento de soja. O primeiro relato de resistência de soja aos nematoides-das-galhas no Brasil foi feito por Silva et al. (1952). A partir de então vários trabalhos tem sido realizados com o objetivo de selecionar cultivares de soja resistentes para as diferentes regiões do país (COVOLO, 1975; FERRAZ, 1978; ALCANTRA et al.,1980, TIHOHOD e FERRAZ,1985; SHARMA, 1993; GOUVEIA e SILVA,1996, MARTINI e SILVA,1996; SILVA,1997; BERTAGNOLLI et al., 2000; SILVA et al.,2001, ROESE et al., 2004; SOARES e SANTOS, 2009; DIAS et al., 2010; SANTOS, 2011; MATTOS 2013; DALLA FAVERA, 2014; BRUINSMA, 2015), englobando diversas espécies do nematoide das galhas encontradas na cultura.

Aproximadamente 80 cultivares de soja recomendadas para o Brasil foram classificadas como resistentes, moderadamente resistentes ou suscetíveis a *M. incognita* ou *M. javanica*. Porém, ainda existem várias cultivares para as quais não se sabe a reação, se de resistência ou de suscetibilidade aos nematoides do gênero *Meloidogyne* (ARAUJO et al., 2012).

Com o objetivo de verificar e confirmar as relações de tolerância, resistência e suscetibilidade de algumas cultivares de soja disponíveis no mercado, o presente trabalho visa identificar a reação de seis genótipos de soja ao parasitismo de cinco populações de nematoides, contemplando três espécies, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. morocciensis*.

## 2. MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto Federal Farroupilha campus Frederico Westphalen - RS, no período de outubro a janeiro de 2016.

Para realização do trabalho foram utilizadas seis cultivares de soja amplamente semeadas na região Norte do RS: BMX Potência RR, BMX Turbo RR, TEC 6029 IPRO, Fundacep 58 RR,

FPS Urano RR, e BMX Ponta, sendo que as quatro primeiras apresentam reação de tolerância e/ou resistência moderada a *Meloidogyne javanica*, segundo informações dos detentores das cultivares e Embrapa (2012).

O inóculo de *Meloidogyne* spp. utilizado neste estudo foi obtido através de coletas realizadas nas regiões Norte, Noroeste e Sul do Rio Grande do Sul, onde as populações encontradas foram identificadas a nível de espécie, através da análise dos fenótipos de esterase (CARNEIRO e ALMEIDA, 2001), purificadas e mantidas em plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*) cv. Santa Cruz em vasos com solo autoclavado. Das dezenove populações de *Meloidogyne* obtidas no levantamento (Capítulo 1), foram utilizadas três populações de *M. javanica* Est J3, provenientes de Sarandi (MjSA), Carazinho (MjCA) e Tupanciretã (MjTU), uma de *M. arenaria* Est A2, proveniente de Não-Me-Toque (MaNMT) e uma de *M. morocciensis* Est A3, proveniente de Cerrito (MmCE), escolhidas com base na localização geográfica e no tamanho da população inicial encontrada.

Primeiramente, procedeu-se a semeadura das diferentes cultivares de soja em vasos contendo solo e substrato comercial previamente autoclavados na proporção 2:1. Decorridos 15 dias após a emergência das plântulas, realizou-se a inoculação de cada espécie do nematoide das galhas separadamente, adicionando-se 2000 ovos + juvenis de 2º estágio (J2) em dois orifícios feitos próximos ao colo das plantas. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação com umidade (+- 60%), temperatura (+- 25°C) e irrigação controlados. A fim de avaliar a patogenicidade do nematoide a cultura, plantas de cada cultivar sem inoculação de nematoides foram consideradas testemunhas. Para verificação da viabilidade dos inóculos, utilizaram-se mudas de tomateiro cv. Santa Cruz, inoculadas com as mesmas populações de *Meloidogyne* spp. e mesmo nível de inóculo utilizado nas plantas de soja. Para avaliação da agressividade das diferentes espécies de *Meloidogyne*, plantas das mesmas cultivares sem inoculação de nematoides foram incluídas no ensaio.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial, sendo: 6 (cultivares da soja) x 6 (5 populações de *Meloidogyne* e um tratamento com ausência de inoculação), dispostos em seis repetições por tratamento.

Decorridos 75 dias da inoculação, onde as plantas apresentavam-se no estágio vegetativo R5.3, foram realizadas medidas individuais do teor de clorofila das plantas. Logo após, as plantas foram retiradas de cada vaso, e, separadas as raízes e parte aérea para as diferentes avaliações. As

variáveis analisadas para parte aérea foram: altura de planta, número de ramificações, número de legumes e peso de massa fresca e seca. Após a medida de comprimento, a planta foi pesada em balança de precisão obtendo-se a massa fresca, sendo posteriormente colocadas em sacos de papel e secas até peso constante, em estufa (60-65° C) para determinação da massa seca.

A seguir, as raízes de cada planta foram lavadas e avaliadas quanto ao peso da massa fresca, número e índice de galhas (IG), segundo metodologia descrita por Taylor & Sasser (1978) atribuindo-se notas a cada planta de soja, avaliada conforme escala: 0 (zero), indicativa de ausência de galhas; nota 1 (um): presença de 1 a 2 galhas; nota 2 (dois): 3 a 10 galhas; nota 3 (três): 11 a 30 galhas; nota 4 (quatro): 31 a 100 galhas e nota 5 (cinco): mais de 100 galhas. Em seguida, as raízes de cada planta foram processadas segundo metodologia de Hussey e Barker (1973) modificada por Bonetti e Ferraz (1981), obtendo-se suspensão aquosa para contagem dos ovos e juvenis, determinando-se o número de ovos e fator de reprodução ( $FR = \text{população final/população inicial}$ ) em cada unidade experimental, conforme Oostenbrink (1966). Com base nos valores médios de IG e FR, os genótipos foram classificados, como proposto no esquema de Canto-Sáenz (SASSER *et al.*, 1985), em hipersuscetíveis ( $IG > 2$  e  $FR \leq 1$ ), suscetíveis ( $IG > 2$  e  $FR > 1$ ), tolerantes ( $IG \leq 2$  e  $FR > 1$ ), resistentes ( $IG \leq 2$  e  $FR \leq 1$ ) ou imunes ( $IG = 0$  e  $FR = 0$ ).

Os dados obtidos foram submetidos á análise de variância a 5% de probabilidade com intuito de verificar as pressuposições, a normalidade foi determinada através do teste de Shapiro Wilk (1965) e a homogeneidade das variâncias por Bartlett (STEEL *et al.*, 1997). Posteriormente, realizou-se a análise conjunta com intuito de verificar a interação cultivares de soja x populações de *Meloidogyne*, os caracteres que revelaram presença de interação foram desmembrados aos efeitos simples. As análises estatísticas foram realizadas através do software Genes (CRUZ, 2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as cultivares de soja estudadas comportaram-se como hospedeiras do nematoide das galhas, independente da população. Com relação à interferência do parasitismo das diferentes populações de *Meloidogyne* nos parâmetros vegetativos das cultivares de soja observou-se diferenças entre as populações apenas em algumas das cultivares avaliadas.

A infecção das diferentes cultivares de soja com as populações do nematoide das galhas não interferiu significativamente sobre a altura de plantas, as quais não diferiram da testemunha, sem inoculação. Contrariamente, Sharma e Spehar (1983) avaliando parasitismo de *M. javanica* em 160 cultivares de soja observou redução no crescimento de plantas quando infectadas com o nematoide, sendo esta redução variável de 4 a 44%, para as cultivares Tropical e FT1, respectivamente. As inoculações das diferentes populações de *Meloidogyne* interferiram diferentemente sobre o número de ramificações e de legumes das cultivares de soja (Tabela 1). Para a espécie *Meloidogyne javanica*, as populações MjSA e MjTU foram as que interferiram de forma negativa sobre a cultivar BMX Ponta, a qual apresentou redução no número de ramos e número de legumes. No entanto, a presença das demais populações do nematoide das galhas proporcionou maior desenvolvimento das plantas em comparação com a testemunha não inoculada (Test). Já para as cultivares BMX Potência RR, FPS Urano RR, BMX Turbo RR, TEC 6029 IPRO e Fundacep 58, não houve interferência quanto ao número de ramificações e de legumes quando da inoculação das diferentes populações do nematoide.

A ocorrência de nematoides associados às plantas pode causar diversos efeitos na fisiologia das mesmas, considerando que o aumento da atividade metabólica das células gigantes formadas para a alimentação do parasita estimula a mobilização de fotoassimilados da parte aérea para as raízes e, em particular, para as próprias células gigantes (CARNEIRO, 2000). Além disto, os nematoides causam mudanças na anatomia das raízes, tanto em sua forma como no tamanho, que também alteram as translocações para parte aérea, comprometendo os recursos destinados ao crescimento e manutenção da parte aérea da planta (ZIMMERMAN e MCDONOUGH, 1978; HUNTER, 1958; HUSSEY, 1985).

**Tabela 1** - Número de ramificações (NR) e número de legumes (NL) de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016.

NR						
Cultivares	Nematoides					
	Test**	MjSA	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
<b>BMX Ponta</b>	9.00 bc*	6.54 d	7.65 c	11.33 a	12.33 a	10.66 ab
<b>BMX Potência</b>	9.66 ab	10.50 a	9.50 ab	9.16 ab	8.66 b	9.50 ab
<b>FPS Urano</b>	8.83 a	8.66 a	8.33 a	8.16 a	7.66 a	7.16 a
<b>BMX Turbo</b>	10.33 a	10.00 a	8.83 a	9.33 a	9.00 a	9.17 a
<b>TEC 6029</b>	7.17 a	8.67 a	7.17 a	8.17 a	7.17 a	7.17 a
<b>Fundacep 58</b>	7.17 b	8.33 ab	8.83 ab	9.83 a	8.83 ab	7.50 b
<b>CV (%)</b>	17.29					
NL						
Cultivares	Nematoides					
	Test**	MjSA	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
<b>BMX Ponta</b>	62.83 ab*	49.16 b	33.00 c	55.67 b	63.33 a	78.16 a
<b>BMX Potência</b>	67.67 a	61.83 a	62.00 a	51.33 a	48.33 a	60.67 a
<b>FPS Urano</b>	69.50 ab	68.00 ab	81.83 a	67.67 ab	58.00 b	71.50 ab
<b>BMX Turbo</b>	67.83 a	62.50 a	68.17 a	64.00 a	63.00 a	68.67 a
<b>TEC 6029</b>	54.50 a	57.50 a	59.67 a	66.67 a	53.83 a	50.33 a
<b>Fundacep 58</b>	61.50 b	102.83 a	88.17 a	101.83 a	95.50 a	85.33 a
<b>CV (%)</b>	26.59					

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Populações utilizadas: Test = Testemunha; MjSA = *M. javanica* (Sarandi); MjTU = *M. javanica* (Tupanciretã); MjCA = *M. javanica* (Carazinho); MaNMT = *M. arenaria* (Não-Me-Toque); MmCE = *M. morocciensis* (Cerrito).

As diferentes populações de *Meloidogyne* spp não interferiram significativamente no teor de clorofila da maioria das cultivares de soja quando comparadas com a testemunha (Tabela 2). Similarmente, Asmus e Ferraz (2001) avaliaram em casa de vegetação o efeito de densidades populacionais de *M. javanica* sobre a fotossíntese e os processos relacionados a ela de duas cultivares de soja e observaram que mesmo quando submetidas a níveis populacionais muito elevados (até 97.200 J2/planta) as plantas não apresentavam alterações significativas na taxa fotossintéticas, condutância estomática, cor de folhas e teor de clorofila.

**Tabela 2** - Teor de Clorofila Total de seis cultivares de soja, inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016.

Cultivares	TEOR DE CLOROFILA					
	Test**	MjSA	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
<b>BMX Ponta</b>	473.66 a	446.66 a	488.33 a	491.83 a	506.83 a	480.50 a
<b>BMX Potência</b>	489.50 a	502.83 a	494.50 a	484.67 a	500.50 a	487.75 a
<b>FPS Urano</b>	498.33 ab	549.83 a	573.50 a	453.66 b	571.50 a	534.00 a
<b>BMX Turbo</b>	457.66 b	505.33 ab	510.50 ab	546.16 a	504.33 ab	502.25 ab
<b>TEC 6029</b>	525.33 a	524.16 a	538.16 a	538.67 a	516.67 a	475.83 a
<b>Fundacep 58</b>	508.66 a	468.66 a	508.66 a	496.66 a	440.83 a	430.83 a
<b>CV(%)</b>	<b>9.54</b>					

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Populações utilizadas: Test = Testemunha; MjSA = *M. javanica* (Sarandi); MjTU = *M. javanica* (Tupanciretã); MjCA = *M. javanica* (Carazinho); MaNMT = *M. arenaria* (Não-Me-Toque); MmCE = *M. morocciensis* (Cerrito).

Porém, observa-se que a população de *Meloidogyne javanica* (MjCA) reduziu o teor de clorofila na cultivar FPS Urano RR, quando comparada as demais populações, mas não diferindo estatisticamente da testemunha sem inoculação (Tabela 2). Contrariamente, diversos autores observaram redução nos teores de clorofila, e conseqüentemente na atividade fotossintética, mesmo com populações baixas de nematoides. A redução do teor de clorofila em plantas parasitadas por fitonematoides também foi observada por Loveys e Bird (1973) ao avaliarem a taxa de fotossíntese em plantas de tomateiro durante o período de 22 dias após infecção com 30.000 ou 50.000 juvenis de *Meloidogyne javanica*. Os autores observaram decréscimo nas plantas infectadas, quando comparadas com as não infectadas, já aos dois dias após inoculação, constatando assim que durante os estágios iniciais da infecção esse decréscimo era altamente significativo quando expresso com base na massa fresca, área foliar ou conteúdo total de clorofila. Wallace (1974) estudando o efeito sob a fotossíntese do nível de inóculo de *Meloidogyne javanica* em tomateiro observou que níveis de inóculo acima de 250 juvenis causavam redução na fotossíntese, tendo, porém, concluído que os resultados não permitiam afirmar que as galhas e os nematoides formavam um dreno metabólico nas raízes capaz de afetar o crescimento da parte aérea.

A interferência da inoculação com as populações de *Meloidogyne* na massa fresca e seca da parte aérea das cultivares de soja (Tabela 3), somente foi verificada na cultivar BMX Ponta onde a população MjTU (*Meloidogyne javanica* - Tupanciretã) interferiu negativamente reduzindo a massa fresca quando comparadas com a testemunha e as demais populações. Não foi observada ação patogênica das demais populações de *Meloidogyne* nas outras cultivares de soja avaliadas, onde a massa fresca e seca das plantas inoculadas não diferiu da testemunha (sem inoculação). Estes resultados contradizem a maioria dos trabalhos de reação de cultivares de soja à meloidogynose, onde na parte aérea, observa-se crescimento lento e desigual, com enfezamento das plantas, principalmente na parte central das reboleiras. Sharma e Spehar (1983) observaram redução generalizada no peso seco da parte aérea quando da avaliação da reação de 160 cultivares de soja à *M. javanica*, obtendo valores de massa seca variando de 1,17 a 37,2 gramas nas cultivares FT 77-6790 e IAC-2 respectivamente. Um dos fatores que pode ter colaborado para a não verificação de diferenças entre os tratamentos inoculados e testemunha nas variáveis de parte aérea é o cultivo em ambiente controlado, onde as plantas dispunham de água e temperatura ideal durante todo ciclo, não sofrendo alterações advindas de condições meteorológicas adversas ao seu desenvolvimento.

A população MjTU foi a mesma que causou redução no número de ramificações e legumes na cultivar BMX Ponta, caracterizando portanto a sua agressividade. De acordo com estes resultados verificamos que existe variabilidade quando a agressividade das populações avaliadas, confirmando a maioria dos trabalhos que relatam a espécie *Meloidogyne javanica* como a que causa maiores danos na cultura da soja quando comparada as demais espécies, tendo como um dos sintomas a restrição do crescimento da planta atacada (TIHOHOD et al. 1988; MENDES e RODRIGUEZ, 2000; ASMUS, 2001; SOARES e SANTOS, 2009).

**Tabela 3** - Massa fresca de parte aérea (MFPA) e Massa seca de parte aérea (MSPA) de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016.

MFPA (gr)						
Cultivares	Nematoides					
	Test**	MjSA	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
<b>BMX Ponta</b>	146.2 b*	158.14 ab	113.98 c	157.66 a	143.97 b	176.52 a
<b>BMX Potência</b>	179.22 a	199.26 a	179.06 a	166.92 b	169.43 b	166.88 b
<b>FPS Urano</b>	129.66 c	163,33 a	150.82 ab	122.59 c	148.03 abc	123.27 c
<b>BMX Turbo</b>	168.70 ab	192.32 a	156.57 b	167.44 ab	156.98 b	164.28 b
<b>TEC 6029</b>	131.85 c	169.31 a	166.71 ab	163.04 ab	131.6 c	142.21 bc
<b>Fundacep 58</b>	116.31 b	144.98 a	148.22 a	147.66 a	141.69 ab	149.51 a
<b>CV (%)</b>	15.07					
MSPA (gr)						
Cultivares	Nematoides					
	Test**	MjSA	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
<b>BMX Ponta</b>	48.38 ab*	47.43 b	37.42 b	47.03 b	47.92 ab	69.00 a
<b>BMX Potência</b>	75.93 a	63.85 a	57.87 a	58.75 a	51.13 a	54.68 a
<b>FPS Urano</b>	55.52 ab	65.25 a	64.55 a	43.28 b	55.82 ab	41.37 b
<b>BMX Turbo</b>	77.53 ab	93.74 a	60.47 b	80.60 ab	66.63 b	69.22 b
<b>TEC 6029</b>	61.55 a	74.28 a	79.73 a	78.90 a	63.33 a	66.55 a
<b>Fundacep 58</b>	41.50 b	45.15 ab	58.08 ab	56.67 ab	52.60 ab	63.13 a
<b>CV (%)</b>	31.01					

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Populações utilizadas: Test = Testemunha; MjSA = *M. javanica* (Sarandi); MjTU = *M. javanica* (Tupanciretã); MjCA = *M. javanica* (Carazinho); MaNMT = *M. arenaria* (Não-Me-Toque); MmCE = *M. morocciensis* (Cerrito).

Ao avaliar-se a agressividade de cada população às cultivares de soja, através da variável massa fresca de raiz, observou-se diferença apenas na cultivar TEC 6029 IPRO (Tabela 3) onde as populações MjTU e MmCE reduziram o peso das raízes em relação a testemunha (sem inoculação) em 39,80% e 45,24%, respectivamente (Tabela 4). Asmus & Ferraz (2001), ao avaliarem níveis de inóculo de *Meloidogyne javanica* variando de 0 até 97200 ovos, observaram que o índice de área foliar, a massa seca total da parte aérea, a massa fresca de raízes e a produção de grãos da soja foram reduzidos com o aumento na concentração do nematoide.

**Tabela 4** - Massa fresca de raiz (MFR) de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016

Cultivares	MFR (gr)					
	Nematoides					
	Test**	MjSA	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
<b>BMX Ponta</b>	68.99 ab*	87.41 a	53.40 b	60.48 ab	68.59 ab	83.26 ab
<b>BMX Potência</b>	79.59 b	129.13 a	105.22 a	90.72 ab	92.43 ab	76.25 b
<b>FPS Urano</b>	62.43 b	141.95 a	84.87 ab	81.57 b	113.86 a	71.25 b
<b>BMX Turbo</b>	50.80 b	87.39 a	77.93 a	55.91 ab	44.79 b	58.39 ab
<b>TEC 6029</b>	101.28 a	72.81 ab	60.97 b	70.75 ab	69.67 ab	55.46 b
<b>Fundacep 58</b>	92.00 bc	84.90 bc	136.96 a	99.07 bc	78.52 c	112.18 ab
<b>CV (%)</b>	34.15					

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Populações utilizadas: Test = Testemunha; MjSA = *M. javanica* (Sarandi); MjTU = *M. javanica* (Tupanciretã); MjCA = *M. javanica* (Carazinho); MaNMT = *M. arenaria* (Não-Me-Toque); MmCE = *M. morocciensis* (Cerrito).

A interferência negativa no desenvolvimento radicular devido à ocorrência do nematoide das galhas também foi observada por Sharma e Rodriguez (1982) ao avaliarem a patogenicidade de *M. javanica* sobre a cultura da soja, constatando reduções bruscas, de cerca de 90%, nos parâmetros de massa fresca de raiz, altura de planta e massa fresca da parte aérea, quando da inoculação da maior população inicial (64 J2/g de solo). Contraditoriamente, Ferraz (1995) e Mattos (2013) observaram valores semelhantes de peso fresco do sistema radicular em plantas de soja inoculadas com *M. javanica* e o tratamento testemunha.

Contrário ao fato de os fitonematoides comprometerem o sistema radicular das plantas, as inoculações das diferentes populações de *Meloidogyne* nas cultivares BMX Ponta, BMX Potência RR, FPS Urano RR, BMX Turbo RR e Fundacep 58 proporcionaram desenvolvimento radicular maior ou igual á testemunha (sem inoculação) (Tabela 4) . Este fato pode ser atribuído ao grande número de galhas verificadas nas raízes das mesmas, o que também já foi relatado por Sharma e Spehar (1983) ao avaliarem a reação de cultivares de soja quanto à ação de *M. javanica*. Os autores observaram aumento no peso fresco de raiz das cultivares quando da infecção do nematoide, sendo este acréscimo de até 90%.

Maior peso fresco do sistema radicular de plantas infectadas com nematoides também foi observado por Mattos (2013) ao utilizar uma população de *M. morocciensis* em cultivares de soja, tendo verificado acréscimo de 50% na massa fresca de raiz, também atribuída ao grande

número de galhas radiculares formadas. O aumento de massa de raízes infectadas por nematoides do gênero *Meloidogyne* já foi observado e discutido por outros autores, os quais sugerem que tal fato se deve ao efeito combinado da emissão de novas raízes secundárias nos locais de infecção do nematoide (HUTANGURA et al., 1999) e da formação de galhas (CARNEIRO, 2000; CARNEIRO et al., 1999).

Dalla Favera (2014) estudando a reação de 45 cultivares de soja a *M. javanica*, observou que para as cultivares BMX Potência RR, BMX Turbo RR e TEC 6029 IPRO, a massa fresca de raiz foi de 6,0, 4,0 e 6,25 gramas, respectivamente, valores bem abaixo dos obtidos no presente trabalho. Porém, cabe salientar que apesar do tempo de avaliação ser semelhante, o autor utilizou vasos com capacidade de cerca de 700 cm<sup>3</sup> de solo, e inoculou 5000 ovos + J2, enquanto neste ensaio foi utilizado vaso com capacidade maior (2800 cm<sup>3</sup>) possibilitando às raízes maior espaço para se desenvolverem e inoculado com 2000 ovos + J2.

A contagem das galhas radiculares incitadas por *Meloidogyne* spp. é uma variável que pode ser utilizada para avaliar a resistência das plantas. Para a soja, há correlação positiva entre o número de galhas e a suscetibilidade de plantas (KINLOCH, 1990). Ao analisarmos o sistema radicular das cultivares de soja verificamos a ocorrência de um grande número de galhas, independente da população presente (Tabela 5), demonstrando reações de suscetibilidade das cultivares de soja.

De acordo com a Tabela 5 a maioria das populações de *Meloidogyne* avaliadas demonstraram diferença significativa de agressividade para cada cultivar de soja, exceto quando inoculadas na cultivar BMX Turbo RR, onde as diferentes populações produziram número de galhas semelhantes e em menor número, caracterizando essa cultivar com alguma fonte de resistência. Essas diferenças na virulência de populações em relação às cultivares de soja já foram constatadas por Tihohod e Ferraz (1986) com *M. javanica* provenientes de diversas regiões, que causaram efeitos diferenciados nas cultivares inoculadas.

Analisando a reação das cultivares de soja à infecção de cada população das espécies de *Meloidogyne* observamos que as cultivares BMX Potência RR e FPS Urano RR quando inoculadas com populações de MjSA, MjTU, MjCA e MaNMT e a cultivar BMX Ponta inoculada com MmCE apresentaram maior suscetibilidade devido ao maior número de galhas e ao índice de galhas igual a 5. A reação de menor hospedabilidade foi da cultivar BMX Turbo RR inoculada com MjTU, MjCA, MaNMT e MmCE com menor número de galhas e índice de galhas

igual a 3, 3, 1 e 2, respectivamente, quando comparada as demais cultivares inoculadas com as mesmas populações (Tabela 5). Mendes et al. (2001) avaliando a reação de 73 genótipos de soja a *M. javanica*, verificou índice de galhas maior que três para todos os tratamentos, porém, apenas 11% das cultivares com nota máxima, igual a 5.

**Tabela 5** - Número de galhas (NG) e Índice de galhas (IG) de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016

NUMERO DE GALHAS					
Cultivares	Nematoides				
	MjSA**	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
<b>BMX Ponta</b>	511.5 b B*	536.33 bB	507.17 bB	985.67 bA	849.33 aA
<b>BMX Potência</b>	1239.17 aA	920.17 aB	882.83 aB	1394.33 aA	381.00 bC
<b>FPS Urano</b>	1357.33 aA	520.5 bC	730.17 abB	1450.84 aA	445.83 bC
<b>BMX Turbo</b>	131.83 cA	24.83 cA	11.67 dA	1.80 dA	5.33 cA
<b>TEC 6029</b>	643 bA	303.00 bBC	194.50 cCD	349.67 cBC	514.17 bAB
<b>Fundacep 58</b>	216 cAB	317.00 bA	164.50 cAB	59.00 dB	393.33 bA
<b>Tomate</b>	679.5	743.5	543.5	916.5	1525.5
<b>CV (%)</b>	48.81				
INDICE DE GALHAS <sup>1</sup>					
Cultivares	Nematoides				
	MjSA	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
<b>BMX Ponta</b>	5	5	5	5	5
<b>BMX Potência</b>	5	5	5	5	5
<b>FPS Urano</b>	5	5	5	5	5
<b>BMX Turbo</b>	5	3	3	1	2
<b>TEC 6029</b>	5	5	5	5	5
<b>Fundacep 58</b>	5	5	5	4	5
<b>Tomate</b>	5	5	5	5	5

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Populações utilizadas: Test = Testemunha; MjSA = *M. javanica* (Sarandi); MjTU = *M. javanica* (Tupanciretã); MjCA = *M. javanica* (Carazinho); MaNMT = *M. arenaria* (Não-Me-Toque); MmCE = *M. morocciensis* (Cerrito). <sup>1</sup> Índice de galhas de acordo com metodologia proposta por Taylor e Sasser (1978).

Em geral, foi observada correlação positiva entre o número de galhas e o índice de galhas (IG) para todas as populações de nematoide, mas, no caso de MjSA houve exceção, pois a cultivar Fundacep 58 também apresentou baixo número de galhas, não diferindo significativamente da cultivar BMX Turbo RR, porém através da classificação de IG, a mesma

obteve nota igual a 5, sendo assim considerada como menos suscetível em relação ao número de galhas produzidas e suscetível quando classificada de acordo com o índice de galhas. Diferentemente do presente estudo, Bruinsma (2013) observou para a cultivar Fundacep 58, sob infestação de *M. javanica* em casa de vegetação, índice de galhas com nota 3, apresentando média de 16 galhas no sistema radicular.

A seleção de materiais resistentes a *Meloidogyne* spp. nos programas de melhoramento genético de soja, em função do grande número de linhagens a testar, geralmente se baseia apenas no IG, por ser um parâmetro de mais fácil determinação e que permite avaliar rapidamente um grande número de linhagens. Por essa razão, o IG também é o parâmetro que consta nos protocolos norteadores dos testes de avaliação da reação de genótipos de soja aos nematoides de galhas elaborados pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC, 2010). O SNPC sugere designar a reação das cultivares de soja em três categorias: resistente ( $IG < 2$ ), moderadamente resistente ( $IG \geq 2$  e  $< 3$ ) e suscetível ( $IG > 3$ ) (DIAS et al., 2010).

Considerando somente os resultados das avaliações de índice de galhas (TAYLOR e SASSER, 1978), a cultivar BMX Turbo RR foi a única classificada como resistente (R) a *M. arenaria* e *M. morocciensis*, com o valor de IG igual a 1 (MaNMT) e 2 (MmCE), respectivamente. As demais cultivares de soja foram classificadas como suscetíveis (S), com notas de IG entre 3 e 5, para as diferentes populações de *Meloidogyne* inoculadas (Tabela 5). Diversos trabalhos relatam a seleção de genótipos de soja com resistência aos principais nematóides das galhas com base apenas no índice ou intensidade de galhas (DALL'AGNOL e ANTÔNIO, 1983; PIPOLO *et al.* 1991). Similarmente, Asmus e Andrade (1996) quando da avaliação da reação de 48 cultivares de soja a *M. javanica*, observou nota 5 em 100% dos tratamentos. Dalla Favera (2014) observou resultado semelhante avaliando cultivares quanto ao parasitismo de *M. javanica*, onde 75,55% dos tratamentos apresentaram nota 5 para esta variável. O autor também observou índice de galhas com notas 5, 4,75 e 5 para as cultivares BMX Potência RR, BMX Turbo RR e TEC 6029 IPRO, respectivamente, corroborando em parte com os resultados obtidos, onde, apesar de em duas populações de *M. javanica* (MjTU e MjCA) a cultivar BMX Turbo RR ter apresentado índice de galhas igual a 3, na população MjSA, do mesmo nematoide, a mesma apresentou nota máxima, 5.

Avaliando 120 genótipos de soja sob a presença de *M. javanica*, Tihohod e Ferraz (1986) observaram índice de galhas superior a 4 em 98% das cultivares testadas. Semelhantemente,

Sharma e Spehar (1983) observaram índices de galhas variando de 3,6 a 5 em cultivares de soja infectadas com *M. javanica*. Hussey et al. (1991) avaliando a agressividade de três populações de *Meloidogyne* a 139 cultivares de soja, encontraram índices de galhas variando de 1,2 a 4,9.

De acordo com a Tabela 6, observamos que todas as cultivares reproduziram os nematoides das populações inoculadas, havendo, todavia, diferenças significativa entre os inóculos quanto a densidade populacional em cada cultivar de soja. A maior população final (ovos + J2) foi de MaNMT, observada nas cultivares BMX Ponta (38891,7), BMX Potência RR (82551,75) e TEC 6029 IPRO (28641,3) e de MjSA nas cultivares FPS Urano RR (35337,20) e Fundacep 58 (37953,67). As diferentes populações de *Meloidogyne* quando inoculadas na cultivar BMX Turbo RR, não difeririam significativamente, entretanto a maior população final foi de MjSA com 8521,17 ovos +J2. Portanto, neste estudo as populações mais agressivas as cultivares de soja avaliadas foram MaNMT e MjSA.

Dalla Favera (2014) testando reação de cultivares de soja a *M. javanica* obteve maior população na cultivar BMX Ativa RR, na qual foram observados 118674,65 juvenis e ovos / planta. Antônio e Dall Agnol (1982) avaliaram a agressividade de *M. arenaria* a 51 cultivares de soja, sendo que os resultados obtidos pelos mesmos demonstraram que apenas sete cultivares proporcionaram reprodução do nematoide, sendo observado nas demais, população final menor ou igual a inicial.

Outros autores já relataram *M. arenaria* raças 1 e 2 se reproduzindo em soja, tanto em cultivares resistentes quanto suscetíveis, sendo divergente quanto a maior patogenicidade de cada raça á cultura da soja, onde alguns trabalhos sugerem a raça 1 como mais agressiva (PEDROSA et al. 1996), e, para outros a maior patogenicidade é conferida pela raça 2 (IBRAHIM e LEWIS, 1993).

Analisando a reação das cultivares de soja a cada população de *Meloidogyne* verificamos que as menores taxas de reprodução foram observadas na cultivar BMX Turbo RR para todas as espécies testadas e na cultivar TEC 6029 IPRO, quando inoculada com MjSA (Tabela 6). Portanto, pode-se atribuir a estas cultivares certo nível de resistência à reprodução e desenvolvimento das respectivas espécies, sendo assim capazes de reduzir os danos á soja em condições de campo. Antônio e Dall Agnol (1982) avaliando a reação de 51 cultivares de soja ao parasitismo de *M. arenaria* também observaram baixas taxas de reprodução, onde apenas sete cultivares apresentaram população final maior que a população inicial. Similarmente, Hussey et

al., (1991) observaram grande número de cultivares de soja com resistência moderada a grande a *M. arenaria*, apresentando 27 % das 139 cultivares compreendidas nesta classificação.

**Tabela 6** - População final (PF) e Fator de reprodução (FR) de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. Frederico Westphalen, 2016

POPULAÇÃO FINAL					
Cultivares	Nematoides				
	MjSA**	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
<b>BMX Ponta</b>	9889.37 cC*	14449.10 aBC	20210.48 aB	38891.7 bA	9158.30 aC
<b>BMX Potência</b>	21540.93 bB	12679.81 aC	9449.37 bcC	82551.75 aA	7452.19 abC
<b>FPS Urano</b>	35337.20 aA	15773.93 aB	16477.49 abB	17362.97 cdB	3889.14 abC
<b>BMX Turbo</b>	8521.17 cA	2383.90 bAB	2291.51 cAB	852.44 eAB	723.45 bAB
<b>TEC 6029</b>	7201.00 cBC	11298.87 aB	7054.97 bcBC	28641.3 cA	4141.87 abBC
<b>Fundacep 58</b>	37953.67 aA	8849.38 abBC	8192.97 bcBC	5665.1 deBC	9283.53 aB
<b>Tomate</b>	75081.83	55265.0	14492.17	80121.67	74641.33
<b>CV (%)</b>	65.55				
FATOR DE REPRODUÇÃO <sup>1</sup>					
Cultivares	Nematoides				
	MjSA**	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
<b>BMX Ponta</b>	4.94 bcBC*	7.22 abB	10.11 bB	19.44 cA	4.58 aBC
<b>BMX Potência</b>	10.77 bB	6.34 abBC	4.70 bcBC	43.10 aA	3.72 aCD
<b>FPS Urano</b>	17.67 aB	7.89 aC	18.43 aB	26.57 bA	1.94 aCD
<b>BMX Turbo</b>	4.26 cA	1.19 bA	1.14 cA	0.42 dA	0.36 aA
<b>TEC 6029</b>	3.6 cB	5.64 abB	3.53 cB	14.32 cA	2.07 aB
<b>Fundacep 58</b>	18.98 aA	4.28 abB	4.10 bcB	2.83 dB	4.64 aB
<b>Tomate</b>	37.54	27.63	7.24	40.06	37.32
<b>CV (%)</b>	78.82				

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Populações utilizadas: Test = Testemunha; MjSA = *M. javanica* (Sarandi); MjTU = *M. javanica* (Tupanciretã); MjCA = *M. javanica* (Carazinho); MaNMT = *M. arenaria* (Não-Me-Toque); MmCE = *M. morocciensis* (Cerrito). <sup>1</sup> FR= Pfinal/Pinicial (Oostenbrink, 1966).

A resistência e a suscetibilidade de plantas referem-se à habilidade evidenciada na supressão do desenvolvimento e da reprodução de determinadas espécies de nematoides. Plantas altamente resistente possibilitam taxas de reprodução muito restritas dos parasitos, ao passo que as suscetíveis (não resistentes, hospedeiras) permitem abundante reprodução (SILVA, 2001). Cultivares de soja com fonte de resistência às espécies de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne*

*arenaria* já foram relatadas por outros autores (ANTÔNIO e DALL AGNOL, 1982; DALL AGNOL e ANTÔNIO, 1982; SHARMA e SPEHAR, 1983; DALL AGNOL et al., 1984; HUSSEY et al., 1991; SHARMA, 1993; DIAS et al., 2000; MENDES e RODRIGUEZ, 2000; BERTAGNOLLI et al., 2002; SOARES e SANTOS, 2009; MATTOS, 2013; TEIXEIRA, 2013; BRUINSMA, 2015)

Trabalhos anteriores de avaliação de resistência de cultivares a *M. javanica* com as cultivares BMX Potência RR, BMX Turbo RR e TEC 6029 IPRO demonstraram que as mesmas foram ótimas multiplicadoras do nematoide, apresentando população final de 83.810,5, 53.627,5 e 80.806,75 ovos e J2 por raiz, e FR de 16,75, 10,75 e 16,0 respectivamente (DALLA FAVERA, 2014).

Conforme pode ser observado, todas as cultivares avaliadas apresentaram um expressivo número de ovos por sistema radicular para todos os inóculos avaliados e um fator de reprodução superior a 1,0, que, embora inferiores ao obtido com o tomateiro caracterizam suscetibilidade as espécies do nematóide das galhas estudadas, com exceção da cultivar BMX Turbo RR para MaNMT e MmCE.

Cerca de 23% dos tratamentos em geral apresentaram FR superior a 10,0, percentagem baixa comparado aos resultados obtidos pela avaliação da reação de 45 cultivares de soja a *Meloidogyne javanica*, onde Dalla Favera (2014) constatou que 88,89 % das cultivares testadas apresentaram FR superior a 10.

Foram observadas diferenças significativas entre as populações de *Meloidogyne* avaliadas com fatores de reprodução entre 0,36 e 43,1 (Tabela 6), sendo estes observados nos tratamentos com a cultivar BMX Turbo RR com a população MmCE (*M. morocciensis*) e a cultivar BMX Potência RR com a população MaNMT (*M. arenaria*), respectivamente. *M. morocciensis*, apesar de não ser muito ocorrente na cultura da soja, demonstra poder ser altamente patogênico a cultura, sendo tal fato observado em trabalhos de Santos (2011) e Mattos (2013), os quais obtiveram intervalos de fator de reprodução para este nematoide na cultura da soja de 2,5 a 477,4 e 1,7 a 83,6 respectivamente. Ibrahim e Lewis (1993) encontraram intervalo de fator de reprodução de 72 a 185 para *M. arenaria* em cultivares de soja, demonstrando que, assim como no presente trabalho, a espécie é capaz de reproduzir-se tanto quanto *M. javanica*, considerada de maior importância para a cultura. Teixeira (2013), testando 30 cultivares de soja a *M. javanica*,

encontrou fatores de reprodução entre 3,91 e 16,75, sendo estes observados nas cultivares P98N82 e BRSGO Graciosa, respectivamente.

No presente trabalho, ressalta-se a correlação entre o número de ovos por sistema radicular e o fator de reprodução, sendo observado maior FR da população MaNMT associada as cultivares BMX Potência RR, FPS Urano RR, BMX Ponta e TEC 6029 IPRO, com FR de 43,10; 26,57; 19,44 e 14,32, respectivamente, demonstrando a agressividade da população de *M. arenaria* a estas cultivares de soja, que de acordo com a escala proposta por Taylor e Sasser (1978) e Oostenbrink (1966) são consideradas suscetíveis. Este resultado corrobora com outros autores que também encontraram suscetibilidade de algumas cultivares de soja a *Meloidogyne arenaria* (ANTÔNIO e DALL AGNOL, 1982; PEDROSA et al., 1996; IBRAHIM e LEWIS, 1993).

Em especial, a cultivar BMX Turbo RR apresentou níveis muito baixos de reprodução dos nematoides, resultando em um fator de reprodução (Tabela 6) mais baixo que as demais. Os demais tratamentos, embora tenham em alguns casos apresentado FR mais baixo, ainda assim são consideradas como hospedeiras e multiplicadoras do nematoide. Soares e Santos (2009), testando a reação de 11 cultivares de soja a uma população de *M. javanica*, observaram que apenas uma cultivar comportou-se como tolerante, sendo que as demais, embora tenham sido consideradas suscetíveis, exibiram valores de FR maiores e próximos de 1, evidenciando, segundo os autores, menor suscetibilidade. Asmus & Andrade (1997) sugerem que na falta de cultivares resistentes a *M. javanica* para áreas infestadas pelo nematoide deve-se dar preferência às cultivares que não permitam uma alta reprodução do mesmo, ou seja, que apresentem fator de reprodução baixo. A agressividade de *M. morocciensis* à cultura da soja também já foi relatada por Santos (2011) e Mattos (2013), demonstrando a necessidade de sua inclusão em estudos de novas fontes de resistência, apesar de sua ocorrência ainda seja restrita na cultura da soja (Castro et al., 2003).

As avaliações de resistência ou suscetibilidade de cultivares de soja a nematoides de galhas usualmente são feitas através de vários critérios como o índice galhas, índice de massa de ovos (TAYLOR e SASSER, 1978), e o fator de reprodução (OOSTENBRINK, 1966). Neste estudo foram avaliados todos estes critérios e considerando a importância dos resultados obtidos a classificação da reação de cultivares de soja às espécies de *Meloidogyne* avaliadas foi baseada em mais de um critério, através da escala de Canto-Saénz (1985), com o objetivo de obter mais exatidão na classificação da cultivar, sendo possível considerar não somente os danos causados

ao hospedeiro pelo nematoide, com também a reprodução do mesmo no hospedeiro (DALLA FAVERA, 2014).

Canto-Saéñz (1985) afirma que o fator de reprodução (FR) e o grau de danos no hospedeiro (IG) são os critérios mais reais para a avaliação da reação das plantas aos nematoides de galhas. Dias et al., (2010) salienta que esta classificação por ser mais rigorosa e trabalhosa torna-se viável apenas para avaliação de pequeno número de genótipos por vez, caracterizando a variável índice de galhas como mais amplamente utilizada pela simplicidade e rapidez de avaliação, onde apesar de suas limitações, o mesmo já foi utilizado no desenvolvimento de diversas cultivares, responsáveis pela continuidade de uma produção economicamente viável em áreas contaminadas (BRUINSMA, 2013).

Considerando-se a resistência das cultivares de soja às 5 populações de *Meloidogyne* na escala de Canto-Saéñz (1985) (Tabela 7), pode-se verificar que a maioria das cultivares avaliadas neste estudo se caracterizaram como suscetíveis ( $IG \leq 2$  e  $FR \leq 1$ ), exceto a cultivar BMX Turbo RR que se destacou por ser classificada como resistente ( $IG \leq 2$  e  $FR \leq 1$ ) a MaNMT (*Meloidogyne arenaria*) e MmCE (*Meloidogyne morocciensis*).

De acordo com informações da Embrapa (2012) as cultivares BMX Potência RR, TEC 6029 IPRO e Fundacep 58 são descritas como moderadamente resistentes a *Meloidogyne javanica*, fato este que não se confirmou no presente trabalho, onde as mesmas apresentaram índice de galhas igual a 5 (Tabela 5) e fator de reprodução maior que um (Tabela 6) o que implica em reação de suscetibilidade segundo a escala de Canto-Saéñz (1985) (Tabela 7). Estes resultados, embora contraditórios, coincidem com a maioria dos estudos que relatam a suscetibilidade de vários genótipos de soja a *M. javanica* (ASMUS e ANDRADE, 1996; MENDES e RODRIGUES, 1999; MENDES et al., 2001 e SOARES e SANTOS, 2009; TEIXEIRA, 2013; DALLA FAVERA, 2014; BRUINSMA, 2015)

**Tabela 7** - Reação de seis cultivares de soja inoculadas com cinco populações de *Meloidogyne* spp. segundo critérios de Canto-Saézn (1985). Frederico Westphalen, 2016

Cultivar	Nematoides				
	MjSA	MjTU	MjCA	MaNMT	MmCE
<b>BMX Ponta</b>	S	S	S	S	S
<b>BMX Potência</b>	S	S	S	S	S
<b>FPS Urano</b>	S	S	S	S	S
<b>BMX Turbo</b>	S	S	S	R	R
<b>TEC 6029</b>	S	S	S	S	S
<b>Fundacep 58</b>	S	S	S	S	S
<b>Tomate</b>	S	S	S	S	S

HS = hipersuscetíveis ( $IG > 2$  e  $FR \leq 1$ ), S = suscetível ( $IG > 2$  e  $FR > 1$ ), T = tolerante ( $IG \leq 2$  e  $FR > 1$ ) e R = resistente ( $IG \leq 2$  e  $FR \leq 1$ ). \*\* Populações utilizadas: Test = Testemunha; MjSA = *M. javanica* (Sarandi); MjTU = *M. javanica* (Tupanciretã); MjCA = *M. javanica* (Carazinho); MaNMT = *M. arenaria* (Não-Me-Toque); MmCE = *M. morocciensis* (Cerrito).

A reação da cultivar BMX Turbo RR a *Meloidogyne javanica*, segundo informações dos detentores da cultivar (LAZAROTTO, 2016) é também de moderada resistência. Entretanto, de acordo com os critérios de Oostenbrink (1966) e de Canto e Saézn (1985) a mesma foi classificada como suscetível (Tabela 7) a MjSA ( $IG = 5$  e  $FR = 4,26$ ), MjTU ( $IG = 3$  e  $FR = 1,19$ ) e MjCA ( $IG = 3$  e  $FR = 1,14$ ). Porém, se considerarmos que as populações MjTU e MjCA, obtiveram IG igual a 3 e FR muito próximo de 1 (Tabela 6), a cultivar BMX Turbo RR, para estas 2 populações, poderia confirmar a sua classificação de moderadamente resistente, indicando que esta cultivar multiplica muito pouco os nematoides.

A identificação de fontes de resistência aos nematoides formadores de galhas tem resultado em informações contraditórias, em função de critérios utilizados e agressividade das populações avaliadas. Esta divergência quanto a classificação de reação correta das cultivares também foi observada por Mendes e Rodriguez, (2000) e Dias et al., (2010).

Apesar das diferenças nas metodologias de condução e avaliação de experimentos dedicados a avaliar resistência da cultura da soja a nematoides de galhas, percebe-se a dificuldade dos autores em geral em conseguir materiais que satisfaçam os critérios de resistência e causem redução da população de nematoides presentes. Com relação a *M. javanica*, espécie que tem sido mais estudada por ser mais frequentemente encontrada na cultura, Tihohod et al. (1988) testaram 12 cultivares e verificaram suscetibilidade ao mesmo em todas elas. Da mesma forma, Asmus e

Andrade (1996) também observaram que todas as 48 cultivares avaliadas apresentavam alta suscetibilidade ao nematoide. Dall Agnol et al. (1984) avaliaram 850 genótipos, dos quais apenas três apresentaram resistência e seis moderada resistência. Sharma (1993) avaliou 60 cultivares a *M. javanica* e obteve como resultados a reação de resistência (12), tolerância (12) e moderada resistência (16).

Para *Meloidogyne arenaria* existem menos trabalhos com testes de cultivares, sendo, porém, considerado tão agressivo quanto *M. javanica* a cultura da soja. Reações de suscetibilidade e resistência de cultivares de soja ao nematoide já foram testadas por Antônio e Dall Agnol (1982), Hussey et al. (1991), Ibrahim e Lewis (1993), Pedrosa et al. (1996) e Bertagnolli et al. (2000). Já *Meloidogyne morocciensis*, por não ser comumente encontrado associado a cultura da soja, tem quantidade reduzida de trabalhos que visem a identificação de fontes de resistência ao mesmo, sendo que os principais estudos sobre a reação de cultivares de soja ao seu parasitismo foram realizados por Santos (2011) que verificou suscetibilidade e alta suscetibilidade para a maioria das cultivares, e, Mattos (2013) que verificou reações de alta suscetibilidade, pouca resistência e moderada resistência para alguns genótipos de soja testados.

Assim, com os resultados deste trabalho verifica-se que a disponibilidade de fontes de resistência para *Meloidogyne javanica*, *M. arenaria* e *M. morocciensis*, nas cultivares de soja adaptadas para o Rio Grande do Sul existe. Porém são poucas as fontes estudadas e os níveis de resistência das fontes não são altos, fazendo com que o controle destes patógenos pelo uso da resistência genética seja restrito. Diante disto, mais estudos sobre patossistemas envolvendo nematoides são necessários, já que o uso de cultivares resistentes constitui-se na medida mais eficiente para controle de fitonematoides, principalmente se associado com outras características como resistência a ferrugem asiática, a fungos de solo e resistência a seca.

O uso de diversos sistemas de manejo de nematoides, como rotação de culturas com plantas não hospedeiras, aplicação de produtos químicos e biológicos ao solo e tratamento de sementes são alternativas de controle que podem, e devem, ser utilizadas em conjunto com o uso de cultivares resistentes ou tolerantes, ampliando os efeitos de ambos os métodos de controle, possibilitando redução da população a níveis em que se consiga cultivar o solo com maior facilidade.

#### 4. CONCLUSÕES

Os parâmetros vegetativos das cultivares de soja avaliadas não foram afetados com o parasitismo das diferentes populações de *Meloidogyne*.

Nas cultivares BMX Ponta, BMX Potência RR, FPS Urano RR, TEC 6029 IPRO e Fundacep 58 há suscetibilidade às cinco populações de *Meloidogyne* testadas.

Na cultivar BMX Turbo RR há resistência às populações de *M. arenaria* e *M. morocciensis*.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, V.S.B.; MIRANDA, M.A.C. de; LORDELLO, R.R.A. Experimento de resistência de cinco cultivares de soja a *Meloidogyne incógnita*. In: Reunião Brasileira de Nematologia, 4., 1980, Mossoró. **Resumos...** Mossoró: SBN, p. 171-176. 1980.

ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M. & MEYER, M.C. Doenças da soja (*Glycine max*). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamim Filho, A. & Camargo, L.E.A. (Eds.) **Manual de Fitopatologia**. Vol. 2. Doenças das plantas cultivadas. 4a ed. Ceres. Piracicaba-SP. pp. 569-588. 2005.

ANTÔNIO, H.; DALL'AGNOLL, A. Avaliação da resistência a *Meloidogyne arenaria* dos cultivares de soja recomendados no Brasil em 1980. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, nº 6, 1982.

ARAÚJO, F.F. de; BRAGANTE, R.J.; BRAGANTE, C.E. CONTROLE GENÉTICO, QUÍMICO E BIOLÓGICO DE MELOIDOGINOSE NA CULTURA DA SOJA. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 220-224, abr./jun. 2012

ASMUS, G. L. & ANDRADE, P. J. M. Reação a *Meloidogyne javanica* de algumas cultivares de soja recomendadas para o Estado de Mato Grosso. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1997. **Boletim de Pesquisa**, 2. 20p.

ASMUS, G. L. & ANDRADE, P. J. M. Reação de cultivares de soja recomendadas para o Estado do Mato Grosso do Sul a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 74-79, 1996.

ASMUS, G. L. Danos causados à cultura da soja por nematóides do gênero *Meloidogyne*. In: SILVA, J. F. V. (Org.). Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja. Londrina: Embrapa Soja/**Sociedade Brasileira de Nematologia**, 2001. p. 39-62.

ASMUS, G.L.; FERRAZ, L.C.C.B. Relações entre a densidade populacional de *Meloidogyne javanica* e a área foliar, a fotossíntese e os danos causados a variedades de soja. **Nematologia Brasileira**. Vol. 25 (1), 1-13, 2001.

BERTAGNOLLI, P.F.; BONATO, E.R.; SCHNEIDER, S. Reação de genótipos de soja a *Meloidogyne arenaria*, em condições de campo. **Resumos** do XXII Congresso Brasileiro de Nematologia. Vol. 24 (1), 2000.

BERTAGNOLLI, P.F.; BONATO, E.R.; SCHNEIDER, S. Reação de genótipos de soja a nematóides de galhas, em condições de campo. **Resumos** do XXII Congresso Brasileiro de Nematologia. Vol. 24 (1), 2000.

BERTAGNOLLI, P.F.; BONATO, E.R.; SCHNEIDER, S.; VELLOSO, J.F. AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA, DA EMBRAPA, AO NEMATÓIDE DE GALHA *Meloidogyne*

*javanica*, NO RIO GRANDE DO SUL. **Documentos online**, Embrapa, Passo Fundo. Outubro 2002.

BONETI, J.I.S. & FERRAZ, S. 1981. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 553.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1998. 453 p.

BRUINSMA JSS, ANTONIOLLI ZI. Resistance of *Meloidogyne javanica* in soybean genotypes. **Nematoda**. 2015;2:e032015. <http://dx.doi.org/10.4322/nematoda.03015>

BRUINSMA, J. S. **Avaliação de métodos para o estudo da resistência de genótipos de soja a *Meloidogyne javanica* (treub) chitwood**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. 2013

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 319 p.

CAMPOS, A.D. Morte precoce do pessegueiro: aspectos fisiológicos. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 14 (1): 227-229. 1992.

CANTO-SÁENZ, M. The nature of resistance to *Meloidogyne incognita*. In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C. **An advanced treatise on *Meloidogyne***. Vol 1: biology and control. Raleigh, NC, USA: North Carolina State University Graphics, 1985. p. 225- 231.

CARNEIRO, R. M. D. G.; NEVES, D. I.; FALCÃO, R.; PAES, N. S.; CIA, E.; SÁ, M. F. G. Resistência de genótipos de algodoeiro a *Meloidogyne incognita* raça 3: reprodução e histopatologia. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 1-10, 2005.

CARNEIRO, R.M.D.G. & M.R.A. ALMEIDA. 2001. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematóides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, 25 (1): 35-44

CARNEIRO, R.G. **Efeitos de *Meloidogyne incognita* raça 3 e *M. javanica* sobre a absorção e translocação de nitrogênio, fósforo e cálcio e sobre a partição de carbono em cultivares de soja**. Piracicaba, 2000. 96p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - ESALQ/Universidade de São Paulo.

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

CASTRO, J.M.C.; LIMA, R.D. & CARNEIRO, R.M.D.G. 2003. Variabilidade isoenzimática de populações de *Meloidogyne* spp. provenientes de regiões brasileiras. **Nematologia Brasileira** 27:1:1-12.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos. v. 2 - Safra 2014/15, n. 11, 101p – Décimo primeiro levantamento, agosto 2015.

COVOLO, G. **Contribuição ao estudo de susceptibilidade de algumas variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao nematoides *Meloidogyne javanica* (Treub, 1985, Chitwood, 1949).** 1975. 31 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CRUZ, C.D. GENES a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.35, n.1, p.271-276, 2013.

DALL AGNOL, A e ANTÔNIO, H. Reação de genótipos de soja aos nematoides formadores de galhas *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Sociedade Brasileira de Nematologia**. nº 6, 1982.

DALL'AGNOL, A.; ANTONIO, H.; BARRETO, J. N.; Reação de 850 genótipos de soja aos nematoides de galhas *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 8, p. 67-112, 1984.

DALLA FAVERA, D. **Plantas de cobertura, cultivares e nematicidas ao manejo de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* em soja.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Agronomia. 2014.

DIAS, W. P.; FREITAS, V. M.; RIBEIRO, N. R.; MOITA, A. W.; HOMECHIN, M.; PARPINELLI, M. B.; CARNEIRO, R. M. D. G. Reação de Genótipos de Soja a *Meloidogyne enterolobii* e *M. ethiopica*. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 34 (4), p. 220-225, 2010.

DIAS, W.P.; GARCIA,A.; SILVA, J.F.V. Nematoides associados á cultura da soja. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, XXII, Uberlândia, Anais, p.59-65. 2000

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Paraná - 2003.** Londrina: Embrapa soja, 2002. 265p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Nematoides em soja: Identificação e controle.** Circular técnica nº 76, Londrina, PR, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja na região central do Brasil,** 2004. Londrina: Embrapa Soja, 2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2012/2013 e 2013/2014.** 39ª Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul. Passo Fundo, Setembro, 2012.

FAOSTAT- **Food and Agricultural Organization in the United Nations.** 2011. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Consultado em Novembro de 2014.

- FERRAZ, S. Reação de algumas variedades de soja a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. In: Reunião Brasileira de Nematologia, 4., 1978, Mossoró. **Resumos...** Mossoró: SBN, 1978. p. 93-94.
- FERRAZ, L.C.C.B. Interações entre *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* em soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, 52(2):305-309, mai/ago. 1995.
- FERRAZ, L. C. C. B. Gênero *Pratylenchus* – os nematóides das lesões radiculares. In.: LUZ, W. C.; FERNANDES, J. M.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Ed.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: RAPP, 1999, v. 7, cap. 4, p. 157-195.
- FERRAZ, L. C. C. B. As meloidogynoses da soja: passado, presente e futuro. In: SILVA, J.F.V. (Org.) Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja. Londrina: Embrapa Soja/Sociedade Brasileira de Nematologia, 2001. p-15-38.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A. & DIAS-ARIEIRA, C. R. 2010. **Manejo sustentável de fitonematoides**. 1ª edição. Ed. UFV, Viçosa-MG.
- FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D'A. L.; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Viçosa: UFV, 2001, 84 p.
- GOUVEIA, L.; SILVA, J.F.V. Reação de cultivares de soja recomendadas para a região dos cerrados brasileiros frente a *Meloidogyne javanica*. In: Reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil, 18., 1996, Uberlândia, **Ata e resumos**. Uberlândia: UFU/ EMBRAPA, 1996. p.295.
- HUNTER, A.H. Nutrient absorption and translocation of phosphorus as influenced by the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* e *M. acrita*. **Soil Science**, Baltimore, v.86, p.245-250, 1958.
- HUSSEY, R.S. Host-parasite relationships and associated physiological changes. In: SASSER, J.N.; CARTER, C.C. (Eds.). **An advanced treatise on *Meloidogyne*: biology and control**. Raleigh: North Carolina State University, 1985. p.143-153.
- HUSSEY, R. S.; BOERMA, H. R. A greenhouse screening procedure for root-knot nematode resistance in soybeans. **Crop Science**, v. 21, p. 794-796, 1981.
- HUSSEY, R.S. & BARKER, K.R 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease** 57:1025-1028.
- HUSSEY, R.S.; BOERMA, H.R.; RAYMER, P.L.; LUZZI, B.M. Resistance in soybean cultivars from Maturity Groups V-VIII to soybean cyst and root-knot nematodes. **Journal of Nematology**, v.23, n.45, p. 576-583, 1991.
- HUTANGURA, P.; MATHESIUS, U.; JONES, M.G.K.; ROLFE B.G. Auxin induction is a trigger for root gall formation caused by root-knot nematodes in white clover and is associated

with the activation of the flavonoid pathway. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.26, p.221-231, 1999.

IBRAHIM, I. K. A. e LEWIS, S. A. Pathogenicity and reproduction of *Meloidogyne arenaria* races 1 and 2 and *M. incognita* race 3 on soybean. **Nematropica** 23: 159-166. 1993.

INOMOTO, M. M.; SILVA, R. A. Importância dos nematóides da soja e influência da sucessão de cultura. **Boletim de Pesquisa da soja** 2011, Rondonópolis, n. 15, p. 392-399, 2011.

KINLOCH, R. A. Screening for resistance to root-knot nematodes. In: STARR, J. L. Methods for evaluating plant species for resistance to plant-parasitic nematodes. Maryland: **Society of Nematologists**, 1990. p. 16-23.

LAZAROTTO, SEMENTES. **Descrição de Produto**. Cultivar de soja, Brasmax Turbo RR. Disponível em: <http://www.lazarotto.com.br/produtos/list/tipo/soja/id/36/bmx-turbo-rr.html>. Acesso em: 05/jan/2016.

LOVEYS, B.R.; BIRD, A.F. The influence of nematodes on photosynthesis in tomato plants. *Physiological Plant Pathology*, New York, v.3, p.525-529, 1973.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Protocolos para avaliação de reação às doenças em soja**. Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC. 2009.

MARTINI, A.M.; SILVA, J.F.V. Reação de cultivares de soja recomendadas para a região dos cerrados brasileiros frente a *Meloidogyne javanica*. In: Reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil, 18., 1996, Uberlândia, **Resumos...** Uberlândia: UFU/ EMBRAPA, 1996. p.295.

MATTOS, V. S. **Variabilidade genética e agressividade a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] de populações de *Meloidogyne* spp. do Cerrado e de áreas de cultivo**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF. 2013.

MENDES, M. de L.; RODRIGUEZ, P. B. N. Reação de Cultivares de Soja [*Glycine max* (L.) Merrill] aos Nematoides de Galhas *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* R.1,2,3 e 4. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 211-217, 2000.

MENDES, M.L.; CAMILO, O.C.; VICENTE, F.R.; RODRIGUEZ, P.B.N. Reação de genótipos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] a *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. **Nematologia Brasileira**, 2001, Vol. 25(1): 89-93.

MIRANDA, D. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R. **Nematóides – um desafio constante**. Boletim de Pesquisa da Soja 2011, Rondonópolis, n. 15, p. 400-414, 2011.

MOURA, R. M. O Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte II. In: LUZ, W. C.; FERNANDES, J. M.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Ed.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas. Passo Fundo: RAPP**, 1997. v. 5, cap. 8, p. 281-315.

OOSTENBRINK, M. **Major characteristic of the relation between nematodes and plants.** Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen – Nederlands, 1966. 46 p.

PEDROSA, E.M.R.; HUSSEY, R.S.; BOERMA, H.R. **Cellular Responses of Resistant and Susceptible Soybean Genotypes Infected with *Meloidogyne arenaria* Races 1 and 2.** Journal of Nematology 28(2):225-232. 1996.

PIPOLO, V.C.; TIHOHOD, D.; ATHAYDE, M.L.F.; PIPLOLO, A.E. Avaliação da resistência de genótipos de soja precoce a *Meloidogyne javanica* visando plantio em áreas de reforma canavieira. Nematologia Brasileira, v. 15, n. 1, p. 17-23, 1991.

ROESE, A.D.; OLIVEIRA, R.D.L. & LANES, F.F. 2004. Reação de cultivares de soja (*Glycine max* L. Merrill) a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira** 28:131- 135.

SANTOS, D. F. 2011 **Reação de cultivadores de soja a *Meloidogyne morocciensis*.** Monografia (Bacharelado em Agronomia)—Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.

SASSER, J. N.; CARTER, C. C. **An advanced treatise on *Meloidogyne*.** Vol 1: biology and control. Raleigh, NC, USA: North Carolina State University Graphics, 1985. p. 225- 231.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). Biometrika, v.52, n.3/4, 1965.

SHARMA, R. D. Reaction of soybean genotypes to *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**. Vol 17 (1) – pg 10. 1993.

SHARMA, R.D. e SPEHAR, C.R. Reações de cultivares e linhagens de soja a nematoide formador de galhas, *Meloidogyne javanica*. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, ° 7. 1983.

SILVA, J.G.; LORDELLO, L.G.E.; MIYASAKA, S. Observações sobre a resistência da algumas variedades de soja ao nematoide das galhas. Bragantia, vol. 12, nº 05, 1-3, 1952.

SILVA, J.F.V. 2001 . **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja.** Embrapa Soja. Londrina-PR.

SILVA, R.A.S.; GOMES FILHO, G.A.; ALCÂNTARA, N. R. S. Reações de Cultivares de Arroz a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Nematologia Brasileira, Vol. 35 (3-4), 2011.

SINGH, S.P. e SINGH, D. 2010. Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 14: 200-216

SOARES, P. L. M. e SANTOS, J. M. dos. Reação de cultivares de soja a uma população de *Meloidogyne javanica*. **Bioscience journal**. Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 33-36, 2009.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 3ªed. New York: McGraw Hill Book, p.666, 1997.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes.** Raleigh: NCSU Graphics. 1978. 111p.

TEIXEIRA, R.A. **Reação de Cultivares de soja a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*.** Tese (doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, 60f. 2013.

TIHOHOD, D. Nematologia agrícola aplicada. Jaboticabal: Funep, 1993. 372 p.

TIHOHOD, D.; FERRAZ, L. C. C. B. Avaliação da Resistência de Cultivares de soja a *Meloidogyne javanica* (TREUB, 1885) CHITWOOD, 1949. **Nematologia Brasileira**, vol 12, 1988.

TIHOHOD, D.; FERRAZ, S. Variabilidade de três populações de *Meloidogyne javanica* em plantas de soja. **Nematologia Brasileira**, v. 10, p. 163-171, 1986.

TIHOHOD, D.; FERRAZ, S. Comportamento de cultivares e linhagens de soja frente a uma população de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, n.9, p. 13-14, 1985.

YORINORI, J. T.; KIIHL, R. A. S. **Melhoramento de plantas visando resistência a doenças.** In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento – Plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. cap. 23, p. 715-735.

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

ZIMMERMAN, M.H.; McDONOUGH, J. Dysfunction in the flow of food. In: Horsfall, J.G.; Cowling, E.B. (Eds.). Plant disease: an advanced treatise. New York: **Academic Press**, 1978. v.3, p.117-140.

WALLACE, H. R. The influence of root knot nematode, *Meloidogyne javanica*, on photosynthesis and on nutrient demand by roots of tomato plants. *Nematologica*, 20: 27-33, 1974.