

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PLANTAS DE COBERTURA, CULTIVARES E  
NEMATICIDAS NO MANEJO DE *Meloidogyne javanica*  
E *Pratylenchus brachyurus* EM SOJA**

**TESE DE DOUTORADO**

**Diego Dalla Favera**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2014**

**PLANTAS DE COBERTURA, CULTIVARES E  
NEMATICIDAS NO MANEJO DE *Meloidogyne javanica* E  
*Pratylenchus brachyurus* EM SOJA**

**Diego Dalla Favera**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de  
Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em  
Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),  
como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Doutor em Agronomia.**

**Orientador: Ricardo Silveiro Balardin**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2014**

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

Dalla Favera, Diego

Plantas de cobertura, cultivares e nematicidas no manejo de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* em soja / Diego Dalla Favera.-2014.

72 f.; 30cm

Orientador: Ricardo Silveiro Balardin

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2014

1. Soja 2. Fitonematoides 3. Controle cultural 4. Controle genético 5. Controle químico I. Silveiro Balardin, Ricardo II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

**A comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado**

**PLANTAS DE COBERTURA, CULTIVARES E NEMATICIDAS NO  
MANEJO DE *Meloidogyne javanica* E *Pratylenchus brachyurus* EM SOJA**

elaborado por  
**Diego Dalla Favera**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Doutor em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Ricardo Silveiro Balardin, Ph.D.**

**Zaida Inês Antonioli, Dra. (UFSM)**

**Adilson Jauer, Dr. (Syngenta)**

**Marcelo Grippa Madalosso, Dr. (URI)**

**Mônica Paula Debortoli, Dra. (Instituto Phytus)**

**Santa Maria, 11 de dezembro de 2014.**

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, pelo constante apoio e incentivo.

À Universidade Federal de Santa Maria, especialmente ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, pela oportunidade da realização do curso.

Ao professor Ricardo Silveiro Balardin, pela orientação, confiança, ensinamentos, compreensão, enfim, pela sua magnífica contribuição em meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Ao Instituto Phytus, especialmente a Clarice Rubin Balardin, pela disponibilização da estrutura e recursos necessários à realização deste trabalho.

Agradecimento especial também a Angélica Marian da Silva, Paulo Sérgio Santos, Renan Viero Dal Soto, Gracieli Rebelato e Andrezza Lopes, pelo fundamental auxílio na realização deste trabalho.

À Capes pela bolsa concedida.

Em fim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **PLANTAS DE COBERTURA, CULTIVARES E NEMATICIDAS NO MANEJO DE *Meloidogyne javanica* E *Pratylenchus brachyurus* EM SOJA**

Autor: DIEGO DALLA FAVERA

Orientador: RICARDO SILVEIRO BALARDIN

Data e Local da Defesa: Santa Maria/RS, 11 de novembro de 2014.

O nematoide-das-galhas *Meloidogyne javanica* é um dos principais fitonematoides da cultura da soja. Seu controle deve ser baseado na utilização de todos os métodos disponíveis. Dessa forma o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes culturas de cobertura e nematicidas no manejo de *M. javanica* em soja, além da reação de cultivares de soja e culturas de cobertura ao fitonematoide. O ensaio a campo foi conduzido no município de Júlio de Castilhos/RS, na safra 2013/2014. Os tratamentos foram compostos por fatorial com diferentes culturas de cobertura no inverno e diferentes nematicidas na soja. Foi avaliada a população de *M. javanica* no solo e nas raízes e a produtividade da soja. Em câmara de crescimento foi avaliada a reação de 45 cultivares de soja e de culturas de cobertura a *M. javanica*. Os ensaios foram conduzidos em vasos de 700 cm<sup>3</sup> e a inoculação foi realizada com 5000 juvenis e ovos de *M. javanica* em cada vaso. Aos 60 dias após a inoculação foi realizada a avaliação do índice de galhas, massa fresca de raiz e população final de *M. javanica* no solo e raízes (juvenis e ovos). A partir desses valores foi calculada a densidade de fitonematoides e o fator de reprodução. As culturas de cobertura e os nematicidas apresentaram efeitos significativos sobre o controle de *M. javanica* e a produtividade da soja. Todas as 45 cultivares testadas apresentam-se suscetíveis a *M. javanica*. Já as culturas de cobertura foram resistentes ao fitonematoide.

**Palavras-chave:** *Glycine max.* *Meloidogyne javanica.* manejo integrado.

## ABSTRACT

Doctor Thesis  
Agronomy Post-graduation Program  
Santa Maria Federal University

### **COVER CROPS, CULTIVARS AND NEMATOCIDES ON *Meloidogyne javanica* AND *Pratylenchus brachyurus* MANAGEMENT IN SOYBEAN**

Author: DIEGO DALLA FAVERA

Advisor: RICARDO SILVEIRO BALARDIN

Place and date: Santa Maria/RS, November 11<sup>th</sup>, 2014.

The root-knot nematode *Meloidogyne javanica* is a major plant parasitic nematode of soybean. Its control should be based on the use of all available methods. Thus the objective of the study was to evaluate the effect of different cover crops and nematicides in the management of *M. javanica* in soybean, besides the reaction of soybean cultivars and cover crops to plant parasitic nematode. The field study was conducted in Julio de Castilhos / RS, in the season 2013/2014. The treatments consisted of a factorial with different cover crops in winter and different nematicides in soybeans. The population of *M. javanica* in the soil and roots and soybean yield was evaluated. In growth chamber was evaluated the reaction of 45 soybean cultivars and cover crops to *M. javanica*. Assays were carried out in pots of 700 cm<sup>3</sup> and were inoculated with 5000 juveniles and eggs of *M. javanica* in each pot. At 60 days after inoculation was performed to evaluate the gall index, fresh weight of root and population of *M. javanica* in the soil and roots (juveniles and eggs). From these values were calculated nematode density and the reproduction factor. Cover crops and nematicides showed significant effects on the control of *M. javanica* and soybean yield. All 45 cultivars are presented susceptible to *M. javanica*. Already cover crops were resistant to plant parasitic nematode.

**Key-words:** *Glycine max.* *Meloidogyne javanica*. integrated management.

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

Tabela 1- Número de juvenis de *M. javanica* no solo (J2 / 200 cm<sup>3</sup>) em função de diferentes culturas de cobertura e diferentes nematicidas utilizados na soja aos 30, 45, 60 e 90 DAE. Júlio de Castilhos/RS, 2014.....27

### ARTIGO 2

Tabela 1 - Massa fresca de raiz (g/planta), população final (nem/raiz) e densidade de fitonematoides por grama (fitonematoides/g) de *M. javanica* em cultivares de soja. Itaara/RS, 2014. ....49

Tabela 2 - Índice de galhas (IG) e fator de reprodução (FR) de *M. javanica* em cultivares de soja. Itaara/RS, 2014.....49

Tabela 3 - Correlação entre as variáveis massa fresca de raiz (MFR), população final (PFP), densidade de fitonematoides / g (NEM/g), índice de galhas (IG) e fator de reprodução (FR). Itaara/RS, 2014. ....51

Tabela 4 - População final (PF) e fator de reprodução (FR) de culturas a *Meloidogyne javanica*. Itaara/RS, 2014. ....53

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Diagrama do ciclo de vida dos nematoides-das-galhas, <i>Meloidogyne</i> . J2: Juvenil de segundo estágio; J3: juvenil de terceiro estágio; J4: Juvenil de quarto estágio. (Adaptado de KARSSSEN e MOENS, 2006; PERRY et al., 2009). .....	14
<b>ARTIGO 1</b>	
<b>Figura 2</b> - Densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> no solo (juvenis / 200 cm <sup>3</sup> de solo) antes e após a implantação das culturas de cobertura de inverno. Júlio de Castilhos/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula para pré e minúsculas para pós culturas de inverno, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). .....	25
<b>Figura 3</b> - Densidade de juvenis (J2 / 5 g) em raízes de soja aos 15 dias após a emergência (DAE) em função de Nematicidas e culturas de cobertura. Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). .....	26
<b>Figura 4</b> - Densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> (juvenis / 5 g) nas raízes de soja em função de culturas de cobertura e nematicidas aplicados em soja aos 30 (A), 45 (B) e 60 dias após a emergência (DAE) (C). Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). .....	29
<b>Figura 5</b> - Densidade de ovos de <i>M. javanica</i> nas raízes de soja (ovos / 5 g) em função de culturas de cobertura e nematicidas aplicados em soja aos 30 (A) 45 (B) e 60 (C) dias após a emergência (DAE). Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). .....	31
<b>Figura 6</b> - Densidade de <i>Pratylenchus brachyurus</i> ( <i>P. brachyurus</i> / 5 g) (A) e de ovos de <i>P. brachyurus</i> (ovos / 5 g) (B) em raízes de soja em função de culturas de cobertura e nematicidas aos 60 DAE. Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). .....	34
<b>Figura 7</b> - Produtividade da soja em função da interação entre culturas de cobertura e nematicidas. Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula para culturas de cobertura e minúsculas para nematicidas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). .....	35
<b>Figura 8</b> - Massa de mil grãos de soja em função da interação entre culturas de cobertura e nematicidas. Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula para culturas de cobertura e minúsculas para nematicidas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). .....	36

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Temperaturas diárias mínima, máxima e média do ar incidentes durante o período de condução do experimento.....	64
Apêndice B - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> no solo antes da implantação das culturas de cobertura. ....	64
Apêndice C - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> no solo antes da implantação da soja. ....	65
Apêndice D - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> penetrados nas raízes de soja aos 15 DAE.....	65
Apêndice E - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> nas raízes de soja aos 30 DAE. ....	65
Apêndice F - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de ovos de <i>M. javanica</i> nas raízes de soja aos 30 DAE.....	66
Apêndice G - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> no solo aos 30 DAE. ....	66
Apêndice H - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> nas raízes de soja aos 45 DAE. ....	66
Apêndice I - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de ovos de <i>M. javanica</i> nas raízes de soja aos 45 DAE.....	67
Apêndice J - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> no solo aos 45 DAE. ....	67
Apêndice K - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de ovos de <i>M. javanica</i> nas raízes de soja aos 60 DAE.....	67
Apêndice L - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> nas raízes de soja aos 60 DAE. ....	68
Apêndice M - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> no solo aos 60 DAE. ....	68
Apêndice N - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de <i>M. javanica</i> no solo aos 90 DAE. ....	68
Apêndice O - Análise de variâncias (ANOVA) da variável produtividade da soja. ....	69
Apêndice P - Análise de variâncias (ANOVA) da variável massa de mil grãos da soja.....	69
Apêndice Q - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de <i>P. brachyurus</i> nas raízes da soja aos 60 DAE. ....	69
Apêndice R - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de ovos de <i>P. brachyurus</i> nas raízes da soja aos 60 DAE.....	70
Apêndice S - Análise de variâncias (ANOVA) da variável população final de <i>M. javanica</i> no ensaio de reação das cultivares de soja.....	70
Apêndice T - Análise de variâncias (ANOVA) da variável fator de reprodução de <i>M. javanica</i> no ensaio de reação das cultivares de soja.....	70
Apêndice U - Análise de variâncias (ANOVA) da variável índice de galhas de <i>M. javanica</i> no ensaio de reação das cultivares de soja.....	70

Apêndice V - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de <i>M.javanica</i> nas raízes no ensaio de reação das cultivares de soja.....	71
Apêndice W - Análise de variâncias (ANOVA) da variável massa fresca de raiz no ensaio de reação das cultivares de soja.....	71
Apêndice X - Análise de variâncias (ANOVA) da variável população final de <i>M. javanica</i> nas raízes no ensaio de reação das culturas de cobertura.....	71
Apêndice Y - Análise de variâncias (ANOVA) da variável fator de reprodução de <i>M. javanica</i> nas raízes no ensaio de reação das culturas de cobertura. ....	71
Apêndice Z - Análise química e física do solo da área onde foi realizado o ensaio a campo em Júlio de Castilhos.....	72

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
ARTIGO 1 - PLANTAS DE COBERTURA E NEMATICIDAS NO MANEJO DE <i>Meloidogyne javanica</i> E <i>Pratylenchus brachyurus</i> EM SOJA .....	17
Resumo .....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Materiais e Métodos .....	20
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	37
Referências .....	37
ARTIGO 2 - REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA E PLANTAS DE COBERTURA A <i>Meloidogyne javanica</i> .....	42
Resumo .....	42
Abstract.....	43
Introdução.....	43
Materiais e Métodos .....	45
Resultados e Discussão.....	47
Conclusões.....	54
Referências .....	54
DISCUSSÃO GERAL.....	57
CONCLUSÕES GERAIS .....	60
REFERÊNCIAS .....	61
APÊNDICES .....	64

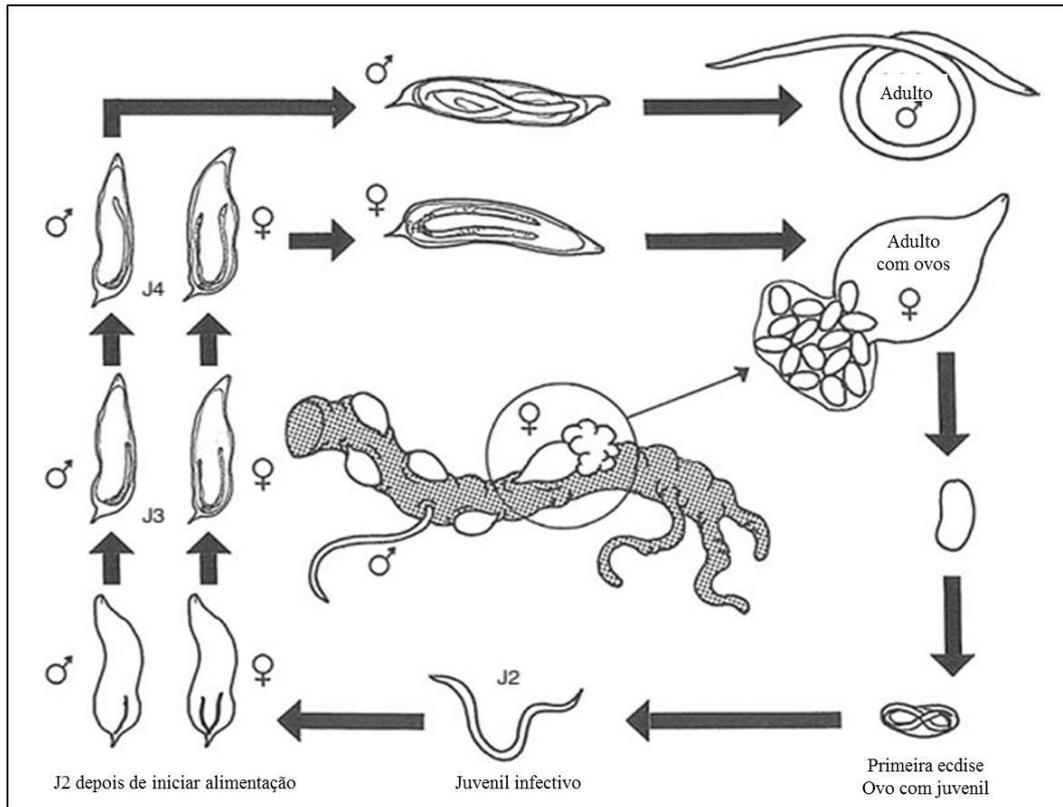
## INTRODUÇÃO

Os fitonematoides estão entre os principais problemas fitossanitários das culturas agrícolas. Segundo relatos, existem mais de 4100 espécies de fitonematoides descritos (DECRAEMER AND HUNT, 2006), os quais, coletivamente, representam um obstáculo à produção de alimentos e também a economia. Segundo estimativas, os danos causados por fitonematoides no mundo podem chegar a US 80 bilhões a cada ano (NICOL et al., 2011).

Na cultura da soja, mais de 100 espécies de fitonematoides foram associados à cultura em todo mundo. No Brasil, os principais fitonematoides que atacam a cultura da soja são os nematoides-das-galhas (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita*), o nematoide-do-cisto (*Heterodera glycines*), o nematoide-das-lesões (*Pratylenchus brachyurus*) e o nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) (DIAS et. al., 2010). *M. javanica* está amplamente disseminado nas regiões produtoras brasileiras e causa elevados danos a cultura anualmente.

*M. javanica* é considerado um endoparasita sedentário, ou seja, desenvolve-se fixo no interior das raízes. Inicialmente, ovos presentes no solo eclodem como juvenis de segundo estágio (J2), são atraídos para as raízes do hospedeiro e penetram na zona de alongação das mesmas (RIDDLE DL e BIRD, 1985). Após, migram através do apoplasto para o ápice das raízes e, em seguida, para o cilindro vascular em desenvolvimento, onde os locais de alimentação permanentes, as chamadas células gigantes, são estabelecidos (WYSS et al., 1992) (Figura 1).

As células gigantes servem como fonte nutricional para o desenvolvimento de *M. javanica* e apresentam extensa remodelação das suas paredes celulares. A formação das células gigantes, juntamente com a expansão de células próximas ao periciclo e células corticais, resulta na formação da chamada galha. *M. javanica* se reproduz exclusivamente por partenogênese mitótica. Nesta forma de reprodução (apomixia), os ovos são produzidos por divisões mitóticas. A consequência desse modo assexuado de reprodução é a produção de progênes clonais (TRUDGILL e BLOK, 2001). Em condições favoráveis, cada fêmea pode produzir em média 400 ovos ao longo de um período variável de quatro a seis semanas (FERRAZ, 2001). Temperaturas próximas a 28 °C são ideais para o desenvolvimento de *M. javanica* (CAMPOS et. al., 2011).



**Figura 1** - Diagrama do ciclo de vida dos nematoides-das-galhas, *Meloidogyne*. J2: Juvenil de segundo estágio; J3: juvenil de terceiro estágio; J4: Juvenil de quarto estágio. (Adaptado de KARSSSEN e MOENS, 2006; PERRY et al., 2009).

Os sintomas característicos do ataque de *M. javanica* em soja são a formação de galhas no sistema radicular, principalmente na raiz principal. Sob infecções severas, as raízes atacadas se tornam atrofiadas e engrossadas, podendo ser reduzidas a apenas um aglomerado de galhas coalescidas. Dependendo da intensidade, essas anomalias podem provocar compressão e até mesmo destruição dos elementos de vaso do xilema (FERRAZ, 2001).

Além disso, tem sido demonstrada interferência dos nematoides-das-galhas na absorção e transporte interno de solutos e fotoassimilados, indicando a atuação dos mesmos como drenos metabólicos (CARNEIRO et. al., 1999). Sintomas na parte aérea da soja incluem crescimento lento e heterogêneo entre plantas, clorose, podendo levar até mesmo a morte prematura das plantas (FERRAZ, 2001).

O nematoide-das-lesões radiculares *P. brachyurus* também apresenta ocorrência em muitas áreas de produção de soja no Brasil (RIBEIRO, 2009). *P. brachyurus* é um fitonematoide endoparasita migradores que causam severos danos as raízes devido a

alimentação, movimentação ativa e liberação de enzimas e toxinas no córtex radicular. A penetração e a migração de *P. brachyurus* nas raízes da planta hospedeira são facilitadas por ações mecânica e enzimática (GOULART, 2008).

Ao contrário de *M. javanica*, em *P. brachyurus* todas as fases de desenvolvimento são vermiformes. Todo o ciclo biológico de *P. brachyurus* ocorre no interior do sistema radicular, migrando para o solo quando as condições tornam-se desfavoráveis. Cada fêmea podem colocar de 70 a 80 ovos no interior das raízes (FERRAZ, 2010). *P. brachyurus* é polífago, podendo se alimentar de inúmeras espécies (GOULART, 2008).

O controle dos fitonematoides pode ser realizado utilizando todos os métodos disponíveis e de maneira associada. Entre esses destacam-se a rotação de culturas, o uso de genótipos resistentes, o controle químico e o controle biológico (ALMEIDA et al., 2005). A rotação de culturas representa uma das principais ferramentas de manejo dos fitonematoides, pois pode reduzir a população do mesmo no solo. No entanto, a polifagia dos mesmos dificulta a escolha de culturas não hospedeiras para a rotação de culturas.

Além disso, essas culturas normalmente não apresentam valor econômico, o que dificulta seu cultivo em substituição a soja. Uma alternativa provável é a utilização dessas culturas em sucessão a soja, no período de entressafra. No entanto, poucas e muitas vezes contraditórias informações estão disponíveis sobre a reação das diferentes culturas de cobertura aos fitonematoides, principalmente das utilizadas no sul do Brasil.

O controle genético com a utilização de cultivares resistentes apresenta diversas vantagens, destacando-se alta eficácia, baixo custo, fácil utilização e não agressividade ao ambiente (SILVA et al., 2001). No entanto, a disponibilidade de cultivares resistentes a *M. javanica* é limitada, e presente principalmente em materiais antigos, que não são mais utilizados. Inexistem cultivares com resistência a *P. brachyurus*. Devido ao surgimento de inúmeras cultivares novas todos os anos, faz-se necessário a avaliação da reação das mesmas a *M. javanica*.

Historicamente, o uso do controle químico de fitonematoides tem sido limitado por diversos entraves, entre os quais se destacam custo elevado, baixa eficácia dos produtos, dificuldade de aplicação em áreas extensas e periculosidade ao ambiente. Com o surgimento de novos nematicidas não fumigantes renova-se a necessidade de estudar o potencial dos mesmos em controlar os fitonematoides, dentro de um programa de manejo. Com isso, espera-se que para manejar os fitonematoides eficientemente deve-se aliar práticas culturais, utilização de nematicidas e cultivares resistentes.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou estudar o efeito de diferentes culturas de cobertura e nematicidas sobre o controle de *M. javanica* e *Pratylenchus brachyurus*, bem como a reação de cultivares de soja e culturas de cobertura a *M. javanica*.

## PLANTAS DE COBERTURA E NEMATICIDAS NO MANEJO DE *Meloidogyne javanica* E *Pratylenchus brachyurus* EM SOJA<sup>1</sup>

### Resumo

O nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) e o nematoide-das-lesões (*Pratylenchus brachyurus*) estão entre os principais fitonematoides da cultura da soja. O objetivo do trabalho foi avaliar o controle de fitonematoides e seu efeito sobre a produtividade da soja em função da utilização de diferentes culturas de cobertura durante o inverno e a aplicação de nematicidas na cultura da soja. O experimento foi conduzido a campo, no município de Júlio de Castilhos – RS, em área naturalmente infestada. Os tratamentos foram instalados de em esquema bifatorial, sendo as culturas de cobertura de inverno, alqueive (controle químico da vegetação), nabo forrageiro e aveia preta, nas parcelas principais, e nematicidas aplicados na soja, testemunha sem nematicida, fluensulfona (sulco de semeadura), cadusafos (sulco de semeadura), e abamectina (tratamento de sementes), nas sub-parcelas. Foram avaliados a densidade dos fitonematoides no solo e nas raízes da soja, produtividade e massa de mil grãos da cultura da soja. Nos tratamentos com nabo forrageiro houve maior densidade de *M. javanica* no solo e nas raízes da soja quando comparado ao cultivo de aveia preta e alqueive. Maior densidade de *P. brachyurus* nas raízes de soja foi observada nos tratamentos com aveia preta, comparado as demais culturas de cobertura. Os nematicidas apresentaram controle significativo dos dois fitonematoides. Diferenças na produtividade da soja foram observadas em função das diferentes culturas de cobertura e dos nematicidas.

**Termos para indexação:** *Glycine max*, nematoide-das-galhas, nematoide-das-lesões radiculares, controle cultural, controle químico.

---

<sup>1</sup> Artigo redigido segundo as normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.

**Cover crops and nematicides on management of *Meloidogyne javanica* and  
*Pratylenchus brachyurus* in soybean**

**Abstract**

The root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) and the root-lesion nematode (*Pratylenchus brachyurus*) are among the main plant parasitic nematodes attacking soybeans. The objective of this trial was to evaluate the control of plant parasitic nematodes and soybean yield considering the different cover crops and applied nematicides. The experiment was conducted under field conditions in Júlio de Castilhos - RS, on naturally infested area. The treatments were a factorial with winter cover crops, fallow (no vegetation), oilseed radish and black oat as the main plots, and nematicides applied in soybeans, control plot without nematicide, fluensulfone (furrow application), cadusafos (furrow application), and abamectin (seed treatment), in the subplots. The density of nematodes in soil and roots of soybean were evaluated, as well as the yield and thousand-grain weight of soybean. In treatments with oilseed radish, there was a higher density of *M. javanica* in soil and roots of soybean compared with black oat cultivation and fallow. Highest density of *P. brachyurus* on soybean roots were observed in the treatments with black oat compared with other cover crops. The nematicides showed significant control of nematodes. Differences in soybean yield were observed related to different cover crops and nematicides.

**Index terms:** *Glycine max*, root-knot nematode, root-lesion nematode, cultural control, chemical control.

## Introdução

O nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) e o nematoide-das-lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) destacam-se entre os principais fitonematóides que atacam a cultura da soja no Brasil. O controle desses nematoides é difícil e requer o emprego de manejo cultural, com a utilização de culturas não hospedeiras, controle genético com cultivares resistentes e controle químico com a utilização de nematicidas.

Atualmente, o controle genético é um método limitado. A disponibilidade de cultivares com níveis satisfatórios de resistência é reduzida para *M. javanica*. No caso de *P. brachyurus* por ser polífago, pouco especializado e de hábito endoparasita migrador, não se fixando na planta hospedeira, a resistência genética é mais difícil de ser conseguida (GOULART, 2008). Com isso o manejo cultural e o químico são os métodos disponíveis para serem utilizados, mas pouco pesquisados e desenvolvidos, especialmente nas condições do sul do Brasil.

As plantas de cobertura com maior potencial para reduzir a população de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* são as crotalárias, especialmente *Crotalaria spectabilis* e *C. beviflora* (INOMOTO et al., 2006 a). Essas espécies não são adaptadas a baixas temperaturas, comuns no inverno no sul do Brasil. Com isso se faz necessário a avaliação de culturas adaptadas a tais condições. O nabo forrageiro (*Rhaphanus sativus* var. *oleiferus*) e a aveia preta (*Avena strigosa*) são as culturas normalmente utilizadas para a cobertura do solo e formação de matéria verde para a prática do plantio direto. Tanto nabo forrageiro quanto a aveia preta têm apresentado baixo fator de reprodução de *M. javanica* e *P. brachyurus* (CARNEIRO et al., 1998; INOMOTO et al., 2006 b).

Por outro lado, a utilização de solo livre de qualquer vegetação por um determinado período pode contribuir para a redução da população dos fitonematoides. *M. javanica* e *P. brachyurus* são parasitas obrigatórios de plantas e podem sobreviver por curtos períodos

consumindo resíduos culturais (ORNAT AND SORRIBAS, 2008). Além disso, a eliminação de plantas daninhas também favorece o controle desses fitonematoides, visto que muitas são hospedeiras (BÉLAIR AND BENOIT, 1996; RICH et al., 2009).

Atualmente as duas principais formas de aplicação de nematicidas na cultura da soja são através do tratamento de sementes e da aplicação dos produtos no sulco de semeadura. Estudos sobre a aplicação de produtos em sulco são escassos na literatura. Por outro lado, diversos trabalhos tem demonstrado o controle significativo de fitonematoides em diferentes culturas através do tratamento de sementes (CABRERA et al., 2009; BESSI et al., 2010; FASKE e STARR, 2006).

O controle eficiente dos fitonematoides na soja depende da associação de diferentes métodos de controle, principalmente genéticos, culturais e químicos. A redução do inóculo inicial promovido pelo adequado sistema de sucessão de cultivos pode facilitar o controle dos fitonematoides remanescentes pelos nematicidas. Estudos com base nos novos nematicidas não fumigantes, aplicados em sulco de semeadura ou através do tratamento de sementes, são escassos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de fitonematoides e a produtividade da soja em função da associação de culturas de cobertura de inverno e nematicidas na cultura da soja.

## **Materiais e Métodos**

O experimento foi realizado no município de Júlio de Castilhos, estado do Rio Grande do Sul, latitude S 29°09'19.0" e longitude O 53°39'52.7", em área com presença de *M. javanica* e *P. brachyurus*. As análises química e física do solo estão descritas no Apêndice Z. Os tratamentos foram constituídos de um fatorial (3 x 4) com três culturas de cobertura do solo de inverno combinados com quatro tratamentos nematicidas aplicados na semeadura da soja, cultivada em sucessão as culturas de cobertura. Como culturas de cobertura utilizou-se

alqueive (controle químico da vegetação, sem revolvimento do solo), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*) cultivar “comum” e aveia preta (*Avena strigosa*) cultivar “comum”. Os nematicidas utilizados foram Fluensulfona 480 EC (Adama Brasil, Registro Especial Temporário no MAPA número 166012) na dose de 0,75 L pc/ha, Cadusafos (Rugby<sup>®</sup> 200 CS, FMC Química do Brasil Ltda., registro no MAPA número 07008) na dose de 4,0 L pc/ha, Abamectina (Avicta<sup>®</sup> 500 FS, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, registro no MAPA número 020107) na dose 0,125 L pc/100 kg de sementes, e uma testemunha sem aplicação de nematicidas. Os nematicidas Fluensulfona e Cadusafos foram aplicados em sulco de semeadura e o nematicida abamectina em tratamento de sementes.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com as culturas de cobertura ocupando as parcelas principais e os nematicidas as sub-parcelas. O controle de plantas daninhas nos tratamentos com alqueive foi realizado com duas aplicações do herbicida Glifosato (1080 g e.a / ha) a cada 30 dias. Foram utilizadas quatro repetições de cada tratamento.

A instalação do experimento foi realizada no dia 20/09/2013, com a semeadura das culturas de cobertura nas parcelas principais. Aos 70 dias após a emergência foi realizada a dessecação das culturas hibernais com o herbicida Glifosato (1080 g e.a / ha). A semeadura da cultivar ‘NA 5909 RR’ de soja foi realizada no dia 10/12/2013, com densidade de semeadura de 37,5 sementes/m<sup>2</sup>. Foi aplicado 350 kg/ha de fertilizante com composição 04-24-18 (N-P-K). Em todos os tratamentos foi realizado tratamento das sementes com o fungicida Maxim XL<sup>®</sup> (100 ml pc 100 kg<sup>-1</sup> sementes) e o inseticida Cruiser 350 FS<sup>®</sup> (300 ml pc 100 kg<sup>-1</sup> sementes) no dia anterior a semeadura.

O tratamento com Abamectina foi realizado no momento do tratamento das sementes com o fungicida e inseticida. A semeadura foi realizada com uma semeadora de plantio direto. Para a aplicação dos nematicidas no sulco foi utilizado um sistema acoplado a semeadora,

composto por uma ponta de pulverização tipo cone TXA 80015 VK, posicionada atrás do mecanismo sulcador em cada uma das três linhas da semeadora. A pressão de trabalho utilizada foi de 200 kPa, gerada através de gás CO<sub>2</sub> comprimido, e volume de calda de 100 L/ha. A deposição da calda nematicida ocorreu a 0,12 m de profundidade.

As dimensões da unidade experimental foi de 3 metros de largura (6 linhas de semeadura) e de 5 m de comprimento, totalizando 15 m<sup>2</sup> de área total. Considerou-se apenas 6 m<sup>2</sup> de área útil em cada parcela experimental, onde foram realizadas todas as avaliações. Para isso desconsiderou-se uma linha de cada lateral e 1 m de cada extremidade das unidades experimentais.

Foram realizadas avaliações prévias da população dos fitonematóides no solo no momento da implantação do experimento e no momento da semeadura da soja nas parcelas principais. Foram realizadas avaliações da população de fitonematóides no solo aos 30, 45, 60 e 90 dias após a emergência da soja (DAE). Cada amostra de solo constituiu-se de cinco sub-amostras coletadas aleatoriamente no interior de cada unidade experimental. Cada sub-amostra foi coletada na faixa de profundidade de 5-20 cm. Nas avaliações de 30, 45, 60 e 90 DAE a coleta do solo foi realizada na linha de semeadura da soja, na região da rizosfera. A extração dos fitonematóides nas amostras de solo foi realizada de acordo com o método de peneiramento combinado a flutuação em centrífuga com solução de sacarose (JENKINS, 1964).

Aos 15 DAE foi realizada avaliação de fitonematóides penetrados nas raízes da soja. Para isso, cinco plantas de soja foram coletadas aleatoriamente na área útil de cada unidade experimental. Para melhor visualização, foi realizada coloração dos fitonematoides penetrados nas raízes através do método da fucsina ácida, segundo Byrd et al. (1983). A contagem dos fitonematoides penetrados foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópio.

Avaliações do número de juvenis e ovos, no interior das raízes, foram realizadas aos 30, 45, 60 e 90 DAE. Em cada data foram coletadas aleatoriamente raízes de cinco plantas na área útil de cada unidade experimental. Em laboratório, as raízes foram lavadas, fragmentadas e homogeneizadas. Amostra de 5 g do material foi submetida a extração de fitonematóides em raízes, segundo Coolen & D'Herde (1972). A contagem dos fitonematóides foi realizada com lâmina de Peters em microscópio óptico. A identificação das espécies foi realizada a partir do padrão perineal em cinco fêmeas para *Meloidogyne javanica* (HUNT e HANDOO, 2009), e padrão morfológico para *Pratylenchus brachyurus* (HANDOO e GOLDEN, 1989).

A colheita das plantas de soja foi realizada manualmente visando determinação da produtividade e peso de mil grãos. Os pressupostos de homoscedasticidade das variâncias dos resíduos e normalidade dos resíduos foram testados com o programa computacional SPSS 22. Os dados de densidade de juvenis e ovos no solo e nas raízes foram transformados pelo método de Box-Cox. Os dados de produtividade e massa de mil grãos não foram transformados. Após, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ) através do programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011).

## **Resultados e Discussão**

A análise estatística dos dados demonstrou não haver interação significativa entre os fatores culturas de cobertura e nematicidas considerando as variáveis densidade de juvenis (J2) de *M. javanica* nas raízes aos 15, 30, 45 e 60 DAE e densidade de ovos de *M. javanica* nas raízes aos 30 e 60 DAE, densidade de juvenis de *M. javanica* no solo aos 30, 45 e 60 e 90 DAE, densidade de *P. brachyurus* e de ovos de *P. brachyurus* nas raízes de soja aos 60 DAE. Interação significativa entre culturas de cobertura e nematicidas foi observada para as variáveis densidade de ovos nas raízes aos 45 DAE, produtividade e massa de mil grãos (Apêndices B a R).

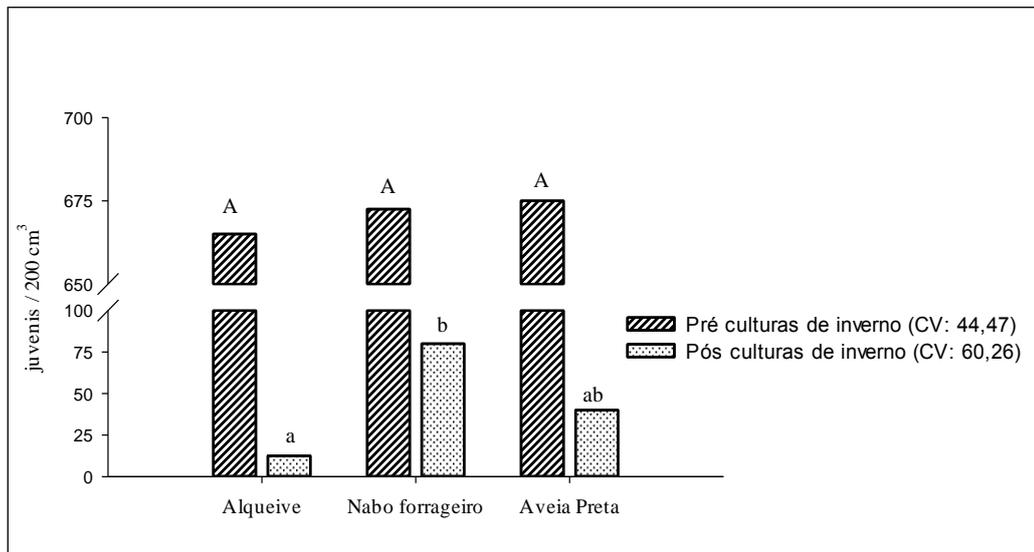
A análise da população de *M. Javanica*, antes da implantação das culturas de cobertura, demonstrou haver em média 670,83 juvenis / 200 cm<sup>3</sup> de solo (Figura 1). Não houve diferença significativa entre a população média nas diferentes parcelas, demonstrando haver homogeneidade na densidade populacional na área do experimento. Após a dessecação das culturas de cobertura, realizada aos 70 dias após a emergência, a população de *M. javanica* no solo apresentou valores menores que os observados na avaliação prévia à implantação das mesmas. A redução na população, no decorrer do cultivo de inverno, ocorreu de forma diferente em cada cultura. A maior redução na população foi observada no tratamento com alqueive, seguido de aveia preta. Nas parcelas com nabo forrageiro foi observada densidade populacional de *M. javanica* 6,4 e 2 vezes maior que as observadas nos tratamentos com alqueive e aveia preta, respectivamente.

Para *Pratylenchus brachyurus*, a densidade populacional nas parcelas com alqueive, nabo forrageiro e aveia preta, foram 2,5, 2,3 e 2,2 *P. brachyurus* / 200 cm<sup>3</sup> de solo, antes da implantação do experimento, e 1,5, 1,3 e 5,0 *P. brachyurus* / 200 cm<sup>3</sup> de solo, antes da semeadura da soja, respectivamente.

As culturas de cobertura influenciaram na densidade de *M. javanica* penetrados nas raízes de soja aos 15 DAE (Figura 2). A maior densidade foi observada nos tratamentos onde foi cultivado nabo forrageiro, sendo observado valores de densidade de penetrados 12,8 e 29,56 vezes maiores que nos tratamentos com alqueive e aveia preta, respectivamente. Não houve diferença estatística entre estes tratamentos.

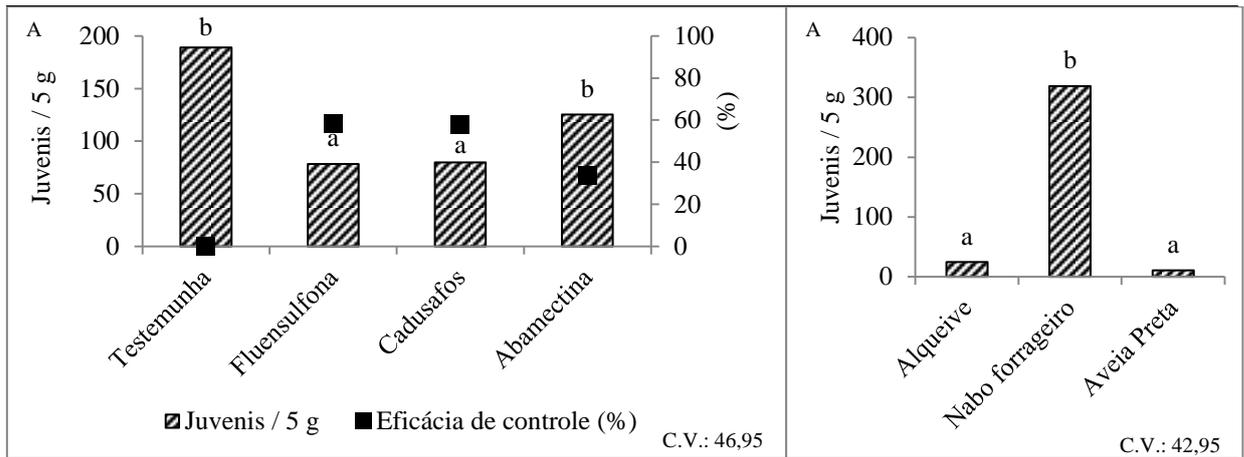
Informações sobre o efeito de nabo forrageiro sobre a população de fitonematoides são contrastantes. Em geral crucíferas não são boas hospedeiras de *Meloidogyne* sp.. Pequena produção de ovos de *M. javanica* foi observada em nabo forrageiro em casa de vegetação (MCLEOD & STEEL, 1999). Por outro lado, diversas cultivares de nabo forrageiro foram suscetíveis, em diferentes graus, à infecção por *M. incognita* e *M. javanica* em condições

controladas (GARDNER & CASWELL-CHEN, 1994). Em estudo realizado em casa de vegetação, foram observados fatores de reprodução de *M. javanica* para nabo forrageiro entre 2,14 e 2,44 (ROSA et al., 2013).



**Figura 2** - Densidade de juvenis de *M. javanica* no solo (juvenis / 200 cm<sup>3</sup> de solo) antes e após a implantação das culturas de cobertura de inverno. Júlio de Castilhos/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula para pré e minúsculas para pós culturas de inverno, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os tratamentos com os nematicidas Fluensulfona e Cadusafos reduziram significativamente a densidade de *M. javanica* penetrados nas raízes de soja (Figura 2). Esses apresentaram eficiência de controle de 58,54 e 57,76 % em relação à testemunha, respectivamente. O tratamento de sementes com Abamectina apresentou eficiência de 33,67 %, não diferiu da testemunha.



**Figura 3** - Densidade de juvenis (J2 / 5 g) em raízes de soja aos 15 dias após a emergência (DAE) em função de Nematicidas e culturas de cobertura. Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Com cultivo de nabo forrageiro no inverno a densidade populacional de *M. javanica* no solo durante o cultivo da soja foi maior que nos tratamentos com alqueive e aveia preta (Tabela 1). Aos 30 dias após a emergência (DAE), a densidade populacional de juvenis nos tratamentos com nabo forrageiro foi 9,94 vezes maior que no tratamento com alqueive, e 22,71 vezes maior que no tratamento com aveia preta. Este comportamento também foi observado nas avaliações realizadas aos 45, 60 e 90 DAE. Nesta última avaliação, em que já se aproximava o final do ciclo da soja, os tratamentos com nabo forrageiro apresentaram valores 5,76 e 2,46 vezes superiores aos observados nos tratamentos com alqueive e aveia preta, respectivamente.

Influência da aplicação de nematicida em sulco de semeadura foi observada sobre a densidade populacional de *M. javanica* no solo aos 30 DAE (Tabela 1). As aplicações de fluensulfone e cadusafos resultaram em redução da densidade do fitonematoide no solo em 65,46 e 49,64 % em relação à testemunha, respectivamente. Aos 45, 60 e 90 DAE não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Redução de 89,40 %, 90,38 % e 81,78 % na densidade de juvenis nas raízes de soja em relação à testemunha foi observada nos tratamentos com os nematicidas Fluensulfona, Cadusafos e Abamectina aos 30 DAE, respectivamente. Mesmo com essa eficiência de controle, ainda foram observadas densidades de 269,21, 244,33 e 462,87 juvenis / 5 g de raiz nestes tratamentos nematicidas, respectivamente (Figura 3). Aos 45 DAE, entretanto, foi observada redução da eficiência de controle de juvenis de *M. javanica* nas raízes de soja, em comparação com a eficiência obtida aos 30 DAE, em todos os nematicidas testados (Figura 3). A maior eficiência foi observada no tratamento com Fluensulfona, alcançando uma redução de 64,75 % na densidade de juvenis na raiz, diferindo significativamente da testemunha. Mesmo assim, foram observados 744,02 juvenis / 5 g de raiz de soja no tratamento com Fluensulfona aos 45 DAE.

**Tabela 1-** Número de juvenis de *M. javanica* no solo (J2 / 200 cm<sup>3</sup>) em função de diferentes culturas de cobertura e diferentes nematicidas utilizados na soja aos 30, 45, 60 e 90 DAE. Santa Maria/RS, 2014.

TRATAMENTOS	30 DAE		45 DAE		60 DAE		90 DAE	
	J2 / 200 cm <sup>3</sup>		J2 / 200 cm <sup>3</sup>		J2 / 200 cm <sup>3</sup>		J2 / 200 cm <sup>3</sup>	
Testemunha	115,83	c	183,33	ns	682,17	ns	7220,00	ns
Fluensulfona	40,00	a	261,67		203,33		4648,33	
Cadusafos	58,33	ab	356,67		248,33		2741,67	
Abamectina	89,17	bc	675,00		103,86		3253,33	
C.V.	69,8		68,11		64,84		36,51	
Alqueive	20,00	A	375,00	A	112,50	A	1470,00	A
Nabo forrageiro	198,75	B	685,00	B	691,63	B	8481,25	B
Aveia preta	8,75	A	47,50	A	124,14	AB	3446,25	B
C.V.	73,05		37,41		59,29		33,05	

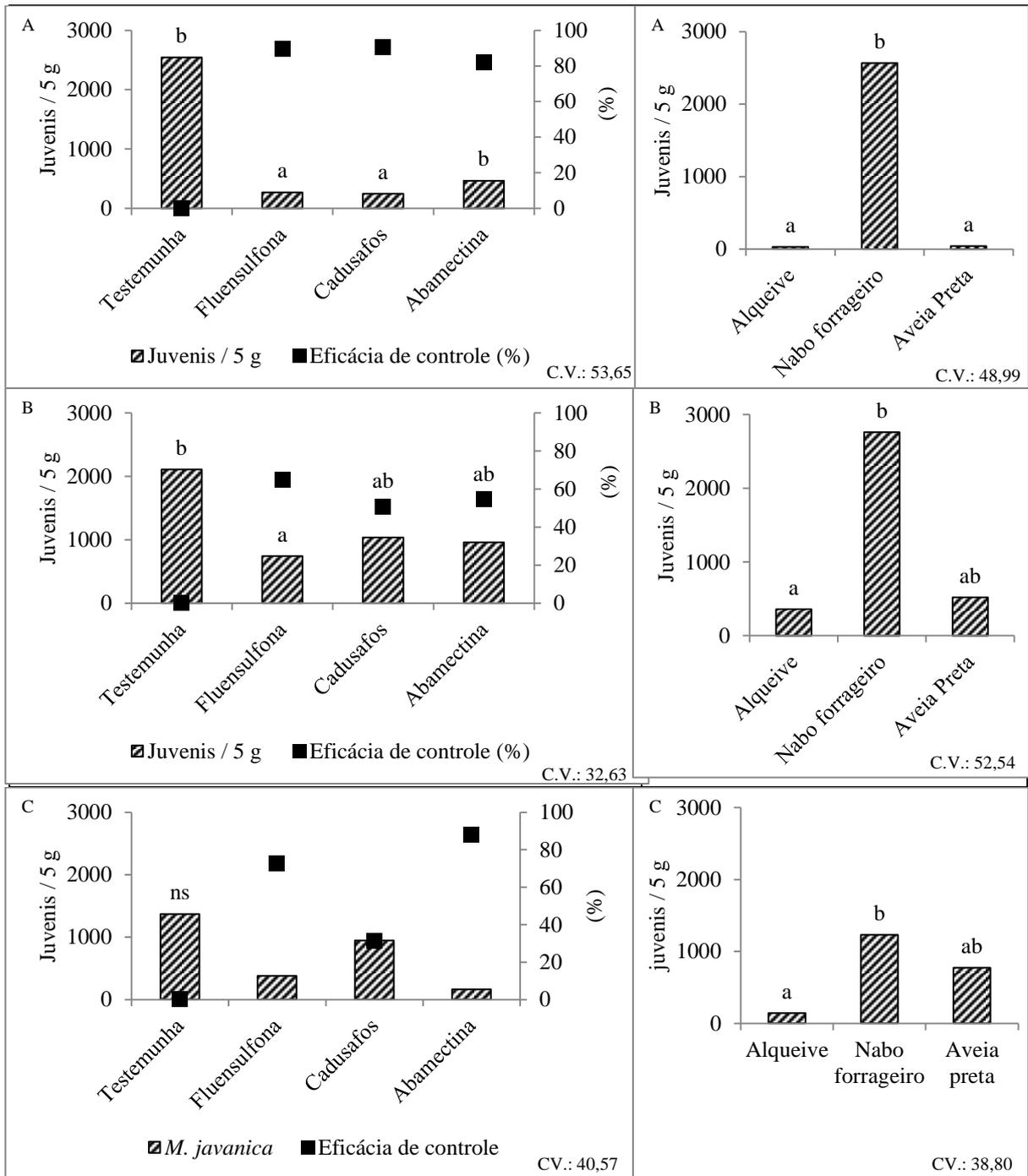
Médias seguidas por mesma letra, minúsculas para nematicidas e maiúscula para culturas de cobertura, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Não houve diferença entre os tratamentos nematicidas e a testemunha, para a densidade de juvenis nas raízes aos 60 DAE. De maneira geral houve queda dos valores de

densidade de juvenis nas raízes dos 30 para os 60 DAE na testemunha. Já nos tratamentos com nematicidas houve aumento da densidade de juvenis dos 30 para os 45 DAE, com posterior queda nos 60 DAE. Isto demonstra que os nematicidas não apresentaram capacidade de impedir a penetração, mas sim de atrasá-la.

As culturas de cobertura exerceram influência sobre a densidade de juvenis penetrados nas raízes de soja. Com o cultivo de nabo forrageiro, a densidade de juvenis foi 82,74 vezes maior que nos tratamentos com alqueive e 41,94 vezes maior que nos tratamentos com aveia preta aos 30 DAE (Figura 3). No entanto, essas diferenças foram menores aos 45 e 60 DAE. Quando foi utilizado nabo forrageiro, houve incremento na densidade de juvenis dos 30 aos 45 DAE e queda aos 60 DAE, e no caso de aveia preta, houve aumento nos valores de densidade de juvenis dos 30 até os 60 DAE.

Redução na densidade de ovos nas raízes da soja em relação à testemunha foi observada quando aplicado Cadusafos no sulco de semeadura aos 30 DAE (Figura 4). Não houve diferença significativa dos demais tratamentos com nematicida e a testemunha. Aos 45 DAE, nos tratamentos com alqueive, a menor densidade de ovos nas raízes de soja foi observada no tratamento com Fluensulfona. Não foi observada diferença entre os nematicidas e a testemunha nos tratamentos com nabo forrageiro. Já nos tratamentos com cultivo de aveia preta, houve menor densidade de ovos no tratamento com Abamectina. Não foram observadas diferenças entre os nematicidas e a testemunha, na densidade de ovos nas raízes de soja aos 60 DAE.

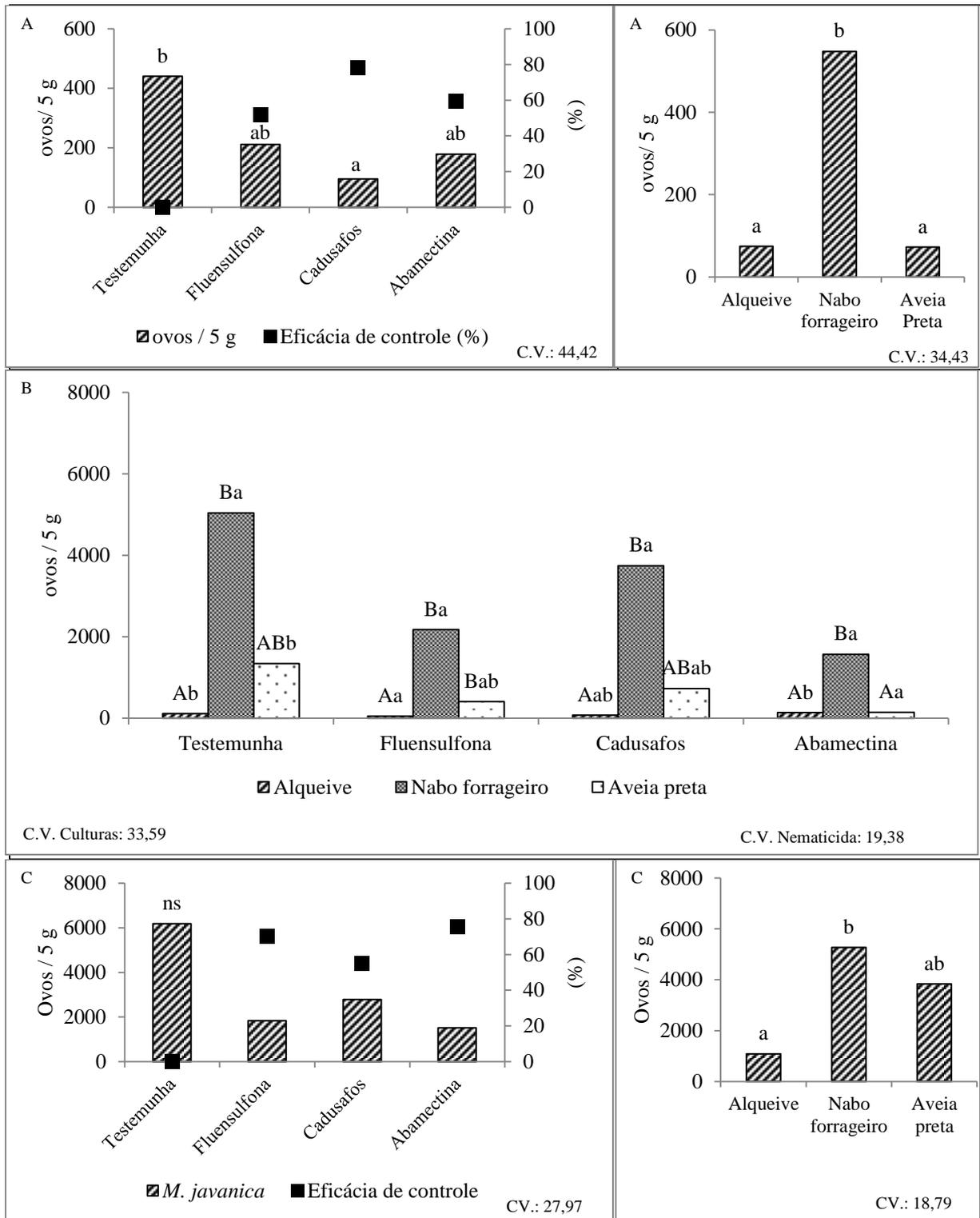


**Figura 4** - Densidade de juvenis de *M. javanica* (juvenis / 5 g) nas raízes de soja em função de culturas de cobertura e nematicidas aplicados em soja aos 30 (A), 45 (B) e 60 dias após a emergência (DAE) (C). Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Nos tratamentos com nabo forrageiro foram observados valores de densidade de ovos nas raízes 7,35 e 7,58 vezes maiores que nos observados nos tratamentos com alqueive e aveia preta, respectivamente (Figura 4). Maiores valores de densidade de ovos nos tratamentos com nabo forrageiro também foram observados aos 45 DAE, independente no nematicida utilizado, e aos 60 DAE, em que a densidade de ovos no tratamento com nabo forrageiro diferiu apenas do tratamento com alqueive.

O período de inverno no sul do Brasil é caracterizado pela ocorrência de baixas temperaturas do ar, podendo chegar a valores menores que 0,0 °C (Apêndice A). Temperaturas adequadas são vitais para o desenvolvimento dos fitonematoides. Temperaturas de 5 a 10 °C alteram drasticamente os processos envolvidos com o desenvolvimento embrionário de *M. javanica* (CAMPOS et al., 2008). Por outro lado, temperaturas acima de 24 °C, com ótimo próximo a 28 °C, favorecem o desenvolvimento de *M. javanica* em soja. Além disso, para desenvolvimento e reprodução do fitonematoide, é necessário 425,76 graus-dia (CAMPOS et al., 2011).

Isto pode explicar a redução drástica da população no solo ocorrida durante o período compreendido entre a semeadura das culturas hibernais e a semeadura da soja, que variou em função da cultura de cobertura. Foi observado 53,2, 8,41 e 16,87 vezes menos juvenis no solo nos tratamentos com alqueive, nabo forrageiro e aveia preta, respectivamente. O nabo forrageiro e a aveia preta, de forma geral, têm sido descritos como maus hospedeiros de *M. javanica*, embora possam hospedá-lo em baixa intensidade.



**Figura 5** - Densidade de ovos de *M. javanica* nas raízes de soja (ovos / 5 g) em função de culturas de cobertura e nematicidas aplicados em soja aos 30 (A) 45 (B) e 60 (C) dias após a emergência (DAE). Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Brassicáceas, como nabo forrageiro, são conhecidas pelo seu potencial em suprimir organismos patogênicos. A atividade biocida dessas plantas está relacionada à presença de metabólitos secundários do grupo dos glucosinolatos. Após qualquer injúria sofrida pela planta, os glucosinolatos são transformados em compostos voláteis, quimicamente reativos e com atividade biológica variada, destacando-se os isotiocinatos, nitrilas, tiocianatos, epitionitrilas e oxazolidina-2-tionas (HALKIER, 2006). Estudos demonstram menor percentual de penetração e desenvolvimento de *M. javanica* em nabo forrageiro, em comparação aos hospedeiros suscetíveis (MCLEOD et al., 2001). Estudos existentes indicam que aveia preta não é uma cultura boa hospedeira do *M. javanica* (BERRY et al., 2011).

Apesar da redução da população de *M. javanica* observada com o cultivo de nabo forrageiro e da aveia preta, as maiores reduções na população foram observadas com a utilização de alqueive. Além da não disponibilização de hospedeiro, esta prática aumenta a amplitude das variações de temperatura e umidade do solo, que é desfavorável ao desenvolvimento de fitonematoides. Alqueive por 120 dias reduziu a população de *M. javanica* e *M. incógnita* raça 1 do solo com efeito comparável ao cultivo de espécies não hospedeiras, como *Crotalaria spectabilis* (CHARCHAR et al., 2007). A densidade de *M. incógnita* no solo e nas raízes de algodoeiro foi menor quando realizado alqueive por cerca de 150 dias antes da semeadura, comparado com o cultivo em período idêntico de aveia, centeio ou trigo (WHEELER et al., 2008).

Formas alternativas de alqueive também têm demonstrado resultados positivos na redução da população de fitonematoides. Maior eficácia do alqueive foi observada quando associado a práticas que conduzam à destruição e/ou exposição das raízes e fitonematoides ao sol após a colheita das culturas (BRIDGE, 1996). Esta prática pode reduzir a população de *Meloidogyne* em mais de 90%, comparado com a permanência do resíduo das raízes no interior do solo (BARKER e KOENNING, 1998). Intensificação em 25 % da redução na

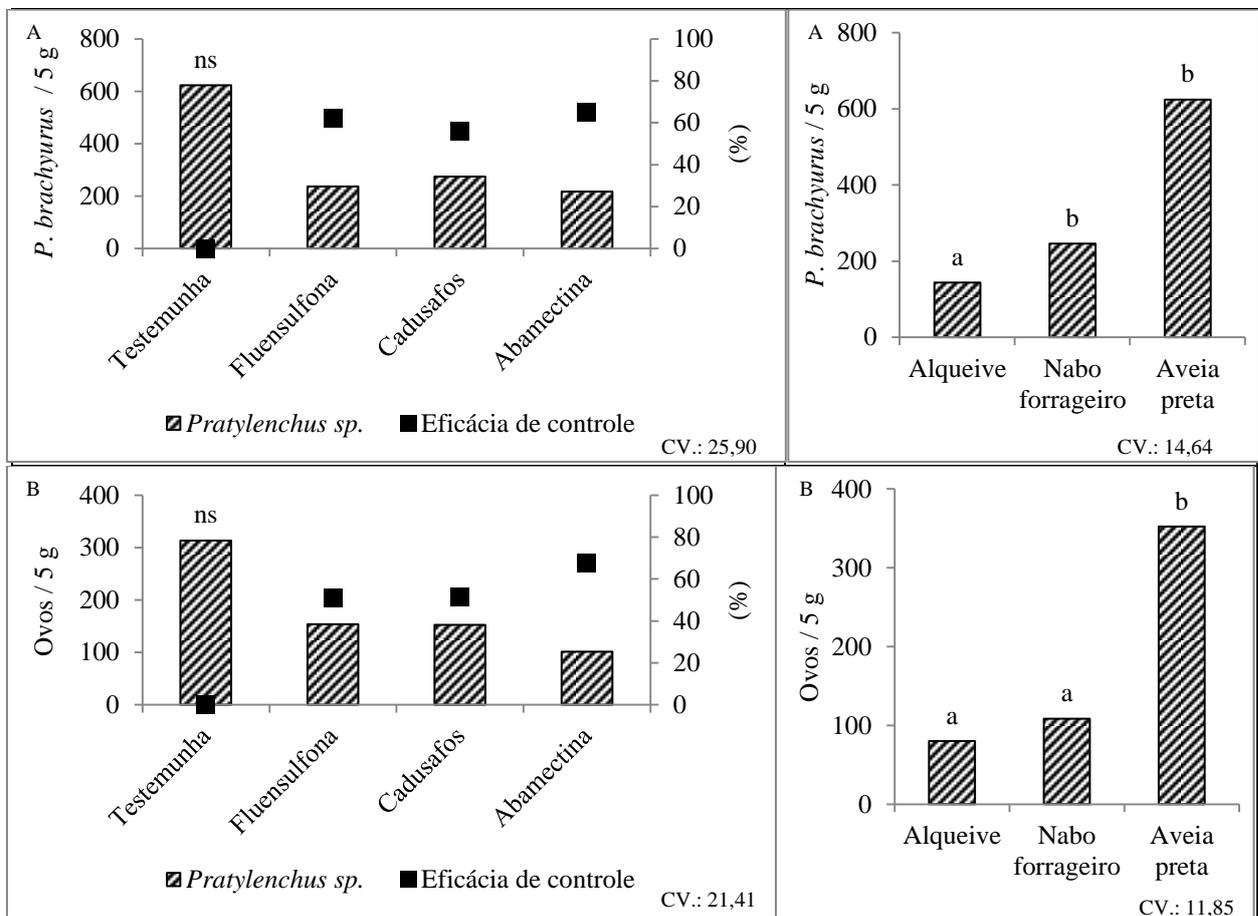
população de *Meloidogyne* foi observada quando o alqueive de dois meses foi precedido do arranquio das raízes (ORNAT et al. (1999).

Essas práticas necessitam da movimentação do solo que, dependendo do relevo e da textura do solo, pode acarretar aspectos negativos relacionados ao processo erosivo. Além disso, a eficácia do alqueive depende diretamente da temperatura e da incidência de radiação solar, condições estas menos intensas após a colheita da soja, com a chegada do outono no sul do Brasil.

As culturas de inverno também influenciaram na incidência do fitonematoide-das-lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) nas raízes de soja aos 60 DAE (Figura 5A). Com cultivo de aveia preta a densidade do fitonematoide nas raízes da soja foi 4,35 e 2,53 vezes superior aos tratamentos com alqueive e nabo forrageiro, respectivamente. Comportamento semelhante foi observado para a densidade de ovos de *P. brachyurus* nas raízes de soja. Com cultivo de aveia preta no inverno, foram observados valores de densidade de ovos 4,40 e 3,25 vezes superiores aos observados quando utilizado alqueive e nabo forrageiro, respectivamente. Não houve diferença significativa entre os nematicidas e a testemunha para as variáveis densidade de *P. brachyurus* e de ovos nas raízes de soja.

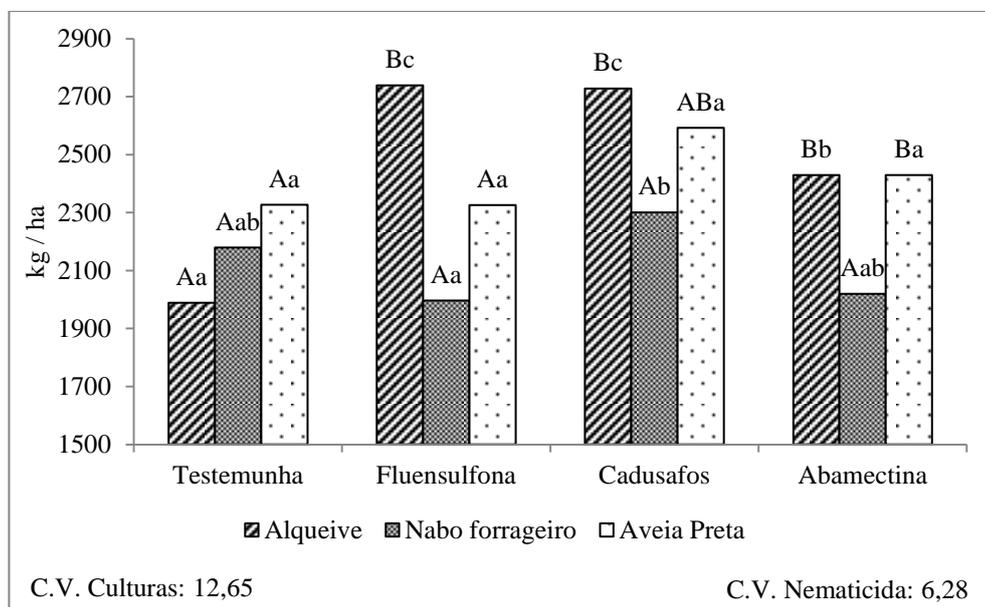
A aveia preta não é capaz de multiplicar a população em grande magnitude, mas é capaz de manter a sobrevivência da população. Em ensaios realizados em casa de vegetação foi observado para a cultivar de aveia preta IPFA 99006 fator de reprodução de 1,2 e densidade de 183,5 *P. brachyurus* / g de raiz (INOMOTO & ASMUS, 2010). Resultados semelhantes foram obtidos para as cultivares Comum e Campeira Mor. Verificou-se também que os fatores de reprodução de *P. brachyurus* em nabo forrageiro, variando entre 0,03 e 1,02 (INOMOTO et al., 2006). Cinco cultivares de aveia preta foram classificadas como hospedeiras desfavoráveis a moderadamente favoráveis de *P. brachyurus*, apresentando fatores de reprodução entre 0,09 e 1,03 (BORGES et al., 2010).

Diferenças na produtividade da soja foram observadas tanto entre culturas de cobertura quanto para os nematicidas (Figura 6). Na ausência de nematicida, não houve diferença na produtividade entre os tratamentos com as culturas de cobertura de inverno. Em todos os tratamentos com nematicida, os maiores valores de produtividade foram obtidos nos tratamentos com alqueive, o qual não diferiu dos tratamentos com aveia preta quando utilizados os nematicidas cadusafos e abamectina.



**Figura 6** - Densidade de *Pratylenchus brachyurus* (*P. brachyurus* / 5 g) (A) e de ovos de *P. brachyurus* (ovos / 5 g) (B) em raízes de soja em função de culturas de cobertura e nematicidas aos 60 DAE. Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

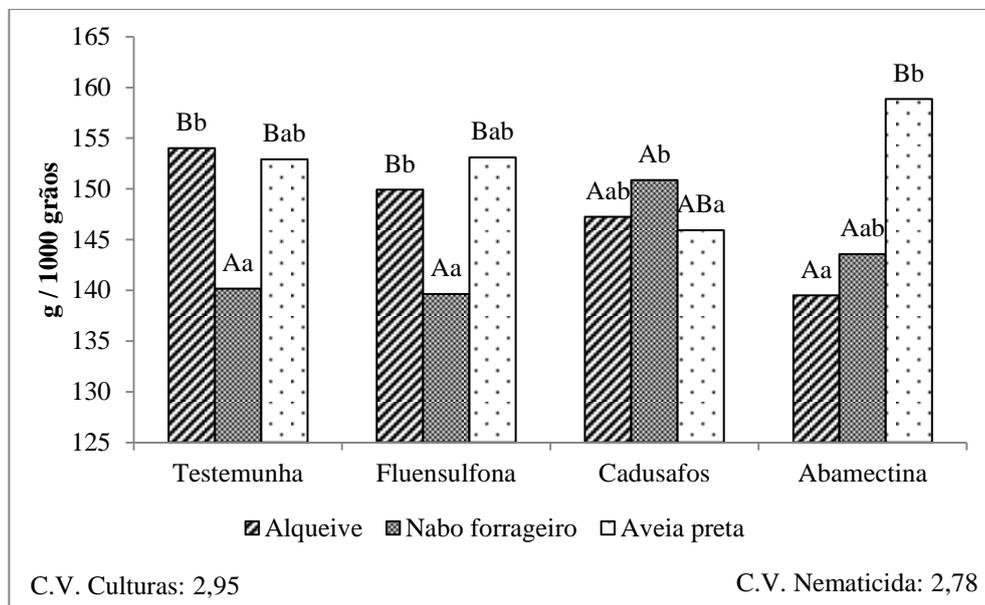
Quando o solo foi mantido em alqueive no inverno, os maiores valores de produtividade foram observados quando utilizados os nematicidas Fluensulfona e Cadusafos, alcançando 37,8 % e 37,2 % de aumento na produtividade em relação à testemunha, respectivamente (Figura 6). Já nos tratamentos com nabo forrageiro como cultura de inverno, somente o tratamento com Cadusafos teve produtividade superior à testemunha, com 5,59 % de incremento. Nos tratamentos com cultivo de aveia preta no inverno, não houve diferenças nos valores de produtividade da soja entre os nematicidas e a testemunha.



**Figura 7** - Produtividade da soja em função da interação entre culturas de cobertura e nematicidas. Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula para culturas de cobertura e minúsculas para nematicidas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Com cultivo de nabo forrageiro no inverno foi verificada menor massa de mil grãos da soja comparada aos tratamentos com alqueive e aveia preta, nos tratamentos testemunha e Fluensulfona (Figura 7). Com Cadusafos não houve diferença entre os cultivos de inverno, enquanto que com Abamectina o maior valor de massa de mil grãos ocorreu no tratamento com aveia preta.

Embora limitados e com base em produtos não mais comerciais, resultados positivos já foram observados em diferentes situações, como para o nematicida Aldicarbe no controle de *M. incognita* (KINLOCH, 1974), e no controle de *M. incognita* e *P. brachyurus* (MINTON, 1992), Aldicarbe, Fenamifos e Oxamil no controle de *Meloidogyne arenaria* (RODRIGUES-KABANA et al., 1981). Para Cadusafos, estudos em tomateiro demonstraram persistência no solo por cerca de 120 dias, demonstrando o período residual teórico do produto (MEHER et al., 2010).



**Figura 8** - Massa de mil grãos de soja em função da interação entre culturas de cobertura e nematicidas. Santa Maria/RS, 2014. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula para culturas de cobertura e minúsculas para nematicidas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

As diferenças na população inicial dos fitonematoides geradas pelas culturas de coberturas do solo refletiram diretamente na intensidade de ataque dos mesmos na soja. Devido a elevada capacidade de multiplicação dos fitonematoides, especialmente de *M. javanica*, mesmo com população inicial reduzida, ocorreu elevado ataque a soja em poucas semanas. Com uso de nabo forrageiro, foram observados picos de densidade de

fitonematoides nas raízes já aos 45 DAE. Quando aveia preta foi utilizada como cobertura de solo, a densidade nas raízes de soja ascendeu até os 60 DAE, atingindo valores inferiores aos observados para o nabo forrageiro. Mesmo com alqueive, onde foi observado apenas 10,0 juvenis de *M. javanica* / 200 cm<sup>3</sup> de solo na análise prévia a semeadura da soja, foi observado picos de 359,45 juvenis e 1084,37 ovos / 5 g de raízes de soja.

Isso demonstra que é necessário, no momento da semeadura da soja, que a população dos fitonematoides no solo esteja próxima a zero. Dessa forma, os resultados sugerem que associando baixos níveis de inóculo inicial com a proteção química dos nematicidas, pode ser conseguido controle eficaz dos fitonematoides da soja. No entanto, faz-se necessário o estudo desses efeitos ao longo dos anos.

### **Conclusões**

1. A utilização de aveia preta como cultura de cobertura ou alqueive com manutenção do solo sem vegetação, são práticas eficazes na redução do inóculo inicial de *M. javanica* para o cultivo da soja;
2. O cultivo de aveia preta, como planta de cobertura, não é prática recomendável para o manejo de *M. javanica* em áreas com presença de *P. brachyurus*.
3. Cadusafos e Fluensulfona, aplicados em sulco de semeadura, e abamectina, aplicado em tratamento de sementes, são ferramentas de manejo de *M. javanica*, desde que associadas a práticas culturais que reduzam a população inicial dos fitonematoides.

### **Referências**

BARKER, K.R.; KOENNING, S.R. Developing sustainable systems for nematode management. **Annual Review of Phytopathology**, v. 36, p.165-205, 1998.

- BÉLAIR, G.; BENOIT, D.L. Host suitability of 32 common weeds to *Meloidogyne hapla* in organic soils of southwestern Quebec. **Journal of Nematology**, v.28, p.643-647, 1996.
- BERRY, S.D.; RHODES, R.; FOSTER, J.; RISEDE, J.; ANTWERPEN, R.V. The effect of cover crops on plant parasitic-nematodes of sugarcane. **International Journal of Pest Management**, v. 57, n.4, p. 363–375, 2011.
- BESSI, R.; SUJIMOTO, F.R.; INOMOTO, M.M. Seed treatment affects *Meloidogyne incognita* penetration, colonization and reproduction on cotton. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1428-1430, 2010.
- BORGES, D.C.; MACHADO, A.C.Z.; INOMOTO, M.M. Reação de aveias a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, vol. 35, 3, 178-181 (2010).
- BRIDGE, J., 1996. Nematode management in sustainable and subsistence agriculture. **Annual Review of Phytopathology**, v. 34, p.201-225, 1996.
- BYRD, D.W.; KIRKPATRICK, T.JR.; BARKER, K.R. An improved technique for clearing and staining plant tissue for detection of nematodes. **Journal of Nematology**, v. 15, p.142–143, 1983.
- CABRERA, J.A.; KIEWNICK, S.; GRIMM, C.; DABABAT, A.A.; SIKORA, R.A. Efficacy of abamectin seed treatment on *Pratylenchus zae*, *Meloidogyne incognita* and *Heterodera schachtii*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 116, n. 3, p. 124–128, 2009.
- CAMPOS, H.D.; CAMPOS, V.P.; POZZA, E.A. Efeito da temperatura na multiplicação celular, no desenvolvimento embrionário e na eclosão de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica*. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 1, p. 29-33, 2008.
- CAMPOS, H.D.; SILVA, J.R.C.; CAMPOS, V.P.; DA SILVA, L.H.C.P.; COSTA, L.S.A.S.; SILVA, W.J.R. Efeito da temperatura do solo na infectividade e reprodução de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* em cultivares de soja. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 5, p. 900-907, 2011.

CARNEIRO, R.M.D.G.; CARVALHO, F.L.C.; KULCZYNSKY, S.M. Seleção de plantas para o controle de *Mesocriconea xenoplax* e *Meloidogyne* spp. através da rotação de culturas. **Nematologia Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 41-48, 1998.

CHARCHAR, J.M.; GONZAGA, V.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W.; ARAGÃO, F.A.S. Efeito da Rotação de Culturas no Controle de *Meloidogyne* spp. em Cenoura na Região Norte do Estado de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, v. 31 n.3, 2007.

FASKE, T.R.; STARR, J.L. Sensitivity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* to Abamectin. **Journal of Nematology**, v. 38, n. 2, p.240–244, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GOULART, A. M. C. **Nematoides das lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*)**. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/agropag/103613.htm>. Acesso em 12 Set.2014, 2008.

HALKIER, B.A; GERSHENZON, J. Biology and Biochemistry of Glucosinolates. **Annual Review of Plant Biology**, v.57, p.303–333, 2006.

HANDOO, Z. A.; GOLDEN, A. M. A key and diagnostic compendium to the species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (Lesion nematodes). **Journal of Nematology**, v. 21, n. 2, p. 202-218, 1989.

HUNT, D.J.; HANDOO, Z.A. Taxonomy, identification and principal species. In: PERRY, R.N.; MOENS, N.; STARR, J.L. **Root-knot nematodes**. Cambridge, MA, USA, CABI North America Office, p. 55-97, 2009.

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

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

INOMOTO, M.M.; MOTTA, L.C.C.; MACHADO, A.C.Z.; SAZAKI, C.S.S. Reação de dez coberturas vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 151-157, 2006 b.

KINLOCH, R.A. Response of soybean cultivars to nematicidal treatments of soil infested with *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology**. v. 6, n.1, 1974.

MCLEOD, R.W.; KIRKEGAARD, J.A.; STEEL, C.C. Invasion, development, growth and egg laying by *Meloidogyne javanica* in *Brassicaceae* crops. **Nematology**, v. 3, n.5, p.463-472, 2001.

MEHER, H.C.; GAJBHIYE, V.T.; SINGH, G. KAMRA, A.; CHAWLA, G. Persistence and Nematicidal Efficacy of Carbosulfan, Cadusafos, Phorate, and Triazophos in Soil and Uptake by Chickpea and Tomato Crops under Tropical Conditions. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**. v.58, p.1815–1822, 2010.

MINTON, N.A. Nematode management in minimum-till soybean with resistant cultivars, rye rotation, and aldicarb. **Nematropica**, v.22, n. 1, 1992.

ORNAT, C.; SORRIBAS, F.J. Integrated management of root-knot nematodes in mediterranean horticultural crops. In: Cianco, A., Mukerji, K.G. (Eds.), **Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes. Integrated management of plant pests and diseases**, Springer, Dordrecht, v. 2, 2008, p. 295-319.

ORNAT, C.; VERDEJO-LUCAS, S.; SORRIBAS, F.J.; TZORTZAKAKIS, E.A. Effect of fallow and root destruction on survival of root-knot and root-lesion nematodes in intensive vegetable cropping systems. **Nematropica**, v.29, p.5-16, 1999.

RICH, J.R.; BRITO, J.A.; KAUR, R.; FERRELL, J.A. Weed species as hosts of *Meloidogyne*: A review. **Nematropica**, v.39, p.157-185, 2009.

RODRÍGUES-KABANA, R.; KING, P.S.; POPE, M.H. Comparison of in-furrow applications and banded treatments for control of *Meloidogyne arenaria* in peanuts and soybeans. **Nematropica**, v.11, n.1, 1981.

ROSA, J.M.O.; WESTERICH, J.N.; WILCKEN, S.R.S. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde. **Tropical Plant Pathology**, v.38, n.2, p.133-141, 2013.

WHEELER, T. A.; LESER, J. F.; KEELING, J. W.; MULLINIX, B. Effect of a terminated cover crop and aldicarb on cotton yield and *Meloidogyne incognita* population density. **Journal of Nematology**, v.40, n.2, p.147–151, 2008.

## REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA E PLANTAS DE COBERTURA A *Meloidogyne javanica*<sup>2</sup>

### Resumo

O nematoide-das-galhas *Meloidogyne javanica* é um dos principais fitonematoides que atacam a cultura da soja no Brasil. As principais alternativas de manejo de *M. javanica* são a utilização do controle cultural, controle genético e controle químico. Para a utilização dos métodos culturais e genéticos, é necessário o conhecimento da reação das cultivares de soja e também das plantas de cobertura ao fitonematoide. Com isso o presente trabalho objetivou avaliar a reação de cultivares de soja e plantas de coberturas a *M. javanica*. O experimento foi conduzido em câmara de crescimento durante o ano de 2014. As 45 cultivares de soja foram semeadas em vasos plásticos com 700 cm<sup>3</sup> de capacidade. A inoculação foi realizada com 5000 juvenis e ovos de *M. javanica*. Aos 60 dias após a inoculação foram avaliadas a massa fresca de raiz e a população final do fitonematoide no solo e nas raízes (Juvenis + ovos). A partir disso foi calculado o fator de reprodução e a densidade do fitonematoide nas raízes. Todas as cultivares avaliadas apresentaram-se suscetíveis a *M. javanica*. No entanto, as culturas trigo cv. OR Quartzo, aveia preta cv. comum, aveia branca cv. UFRGS 18, azevém cv comum e nabo forrageiro cv. comum apresentaram fator de reprodução próximo a zero.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, culturas de cobertura, fator de reprodução, nematoide-das-galhas.

## REACTION OF SOYBEAN CULTIVARS AND COVER CROPS TO *Meloidogyne javanica*

---

<sup>2</sup> Artigo redigido segundo as normas da Revista Ciência Rural

## Abstract

The root-knot nematode *Meloidogyne javanica* is major plant parasitic nematodes of soybean in Brazil. The cultural control, genetic control and chemical control are the main alternatives for *M. javanica* management. It is necessary to know the reaction of soybean cultivars and cover crops to nematode for the use of cultural and genetics methods. The objective of this study was to evaluate the reaction of soybean cultivars and cover crops to *M. javanica*. The experiment was carried out in a growth chamber during 2014. The 45 soybean cultivars were planted in plastic pots with 700 cm<sup>3</sup> of capacity. Inoculation was done with 5000 juveniles and eggs of *M. javanica*. At 60 days after inoculation it was evaluated the fresh weight of roots and the nematode population in soil and roots (juveniles + eggs). It was calculated the reproduction factor and the density of nematodes in the roots. All cultivars were susceptible to *M. javanica*. Wheat cv. OR Quartzo, black oat cv. Comum, white oat cv. UFRGS 18, ryegrass cv. Comum and oilseed radish cv. common showed reproduction factors close to zero.

**Key-words:** *Glycine max*, cover crops, reproduction factor, root-knot nematode.

## Introdução

Os nematoides-das-galhas são um dos principais problemas fitossanitários da cultura da soja em diversas regiões produtoras no Brasil. *Meloidogyne javanica* se destaca pela ampla distribuição e pelos danos que tem causado a cultura (EMBRAPA, 2011). O controle de *M. javanica* é difícil e requer a utilização integrada dos métodos de controle métodos de maneira integrada, destacando-se o controle cultural, através da rotação ou sucessão de culturas com espécies não hospedeiras, o controle genético, pela utilização de cultivares resistentes, e o método químico, pela utilização de nematicidas. Entre esses, o controle genético é o método mais vantajoso, pois é econômico, eficaz, não poluente e de fácil utilização (SILVA et al., 2001).

Até o momento, quase todas as cultivares com resistência a *M. javanica* desenvolvidas descendem de uma única cultivar, a “Bragg”. Mesmo nessas cultivares, os níveis de resistência normalmente não são elevados, o que demanda sua utilização conjunta com práticas culturais que reduzam a população de *M. javanica* (EMBRAPA, 2011). Existem vários mecanismos de resistência das plantas aos fitonematoides. A resistência pode decorrer de fatores presentes antes da penetração do fitonematoide, através da exsudação de substâncias químicas repelentes ou compostos nematicidas (HUANG, 1985).

Outra forma de resistência é aquela onde, após a penetração do fitonematoide, a planta reconhece seus elicitores e desencadeia eventos cuja regulação gênica conduz a modificações bioquímicas que impedem a formação dos sítios de alimentação, impedindo o desenvolvimento dos fitonematoides. Além disso, após a penetração, os fitonematoides podem ser atacados por compostos tóxicos presentes nos tecidos vegetais (SILVA et al., 2001). Em virtude do surgimento de inúmeras cultivares anualmente, faz-se necessário o estudo contínuo da reação das mesmas aos fitonematoides.

Para a utilização do controle cultural, é fundamental o conhecimento da reação das plantas de cobertura aos fitonematoides. Em relação a isso, poucas informações estão disponíveis, principalmente para as culturas utilizadas no sul do Brasil, onde as plantas mais utilizadas no inverno, são o trigo (*Triticum aestivum*), a aveia preta (*avena strigosa*), o azevém (*Lolium multiflorum*), a aveia branca (*avena sativa*) e o nabo forrageiro (*Rhapanus sativus* var. *oleiferos*). O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a reação de 45 cultivares de soja e das principais culturas de cobertura utilizadas no sul do Brasil a *M. javanica*.

## Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento (temperatura de  $28 \pm 2$  °C e umidade relativa do ar de  $70 \pm 5$  %), em vasos plásticos de poliestireno com volume de 700 cm<sup>3</sup>, durante o ano de 2014. Os vasos foram preenchidos com substrato composto por areia e solo na proporção 2:1 (textura: 90,2 % de areia, 1,1 % de silte, 8,8 % de argila e 0,6 % de matéria orgânica). Os tratamentos foram constituídos por 45 cultivares de soja, arranjadas em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. Cada repetição continha um vaso. Foram semeadas três sementes / vaso e após a emergência foi realizado desbaste deixando-se apenas uma planta.

Para a obtenção do inóculo fêmeas de *Meloidogyne javanica* foram retiradas de raízes de plantas de soja infectadas, coletadas no município de Júlio de Castilhos – RS. Após a confirmação da espécie, os ovos retirados das fêmeas foram inoculados em plantas de tomateiro cultivar ‘Santa Clara’. A espécie foi confirmada através do padrão perineal realizado em cinco fêmeas (HUNT E HANDOO, 2009). As plantas de tomateiro foram cultivadas em substrato composto por areia e solo (descrito anteriormente) esterilizado termicamente (65°C por 24 h). Após 60 dias da inoculação, o inóculo foi obtido, a partir do método do peneiramento e flutuação em centrífuga (JENKINS, 1964).

A inoculação dos tratamentos foi realizada 7 dias após a emergência (DAE) com 1 mL/vaso de uma suspensão contendo 5000 ovos e juvenis de *Meloidogyne javanica* / ml. A inoculação foi realizada em orifícios com 1 cm de espessura e 2 cm de profundidade localizados a 1 cm do colo da planta. Aos 60 dias após a inoculação as raízes foram separadas do solo e pesadas. Posteriormente, foi realizada a contagem do número de galhas por sistema radicular e a extração dos ovos e fitonematoides no interior das raízes segundo a metodologia proposta por Coolen & D’Herde, 1972. A extração dos fitonematoides do solo foi realizada segundo Jenkins, 1964.

A partir dos valores de número de galhas por sistema radicular foi calculado o índice de galhas (IG) segundo a escala proposta por Taylor & Sasser (1978): 0: zero galhas; 1: 1 a 2 galhas; 2: 3 a 10 galhas; 3: 11 a 30 galhas; 4: 31 a 100 galhas; 5: mais que 100 galhas. Para o cálculo da população final de fitonematoides, foram somados os fitonematoides e ovos encontrados no solo aos extraídos em todo o sistema radicular das plantas. A densidade de fitonematoides nas raízes da soja (nem / g) foi calculada através da divisão entre a população final de *M.javanica* (juvenis e ovos) e a massa fresca das raízes. O fator de reprodução (FR) foi determinado pela divisão entre a população final e a população inicial (5000), conforme Oostenbrink (1966). A reação das cultivares foi determinada conforme escala proposta por Canto-Saénz (1985).

O ensaio de reação das culturas de cobertura a *M. javanica* foi conduzido segundo metodologia idêntica ao ensaio de reação das cultivares de soja. Como tratamentos, foram utilizadas as culturas de nabo forrageiro cv. comum (*Raphanus sativus* var. *oleiferos*), aveia preta cv. comum (*Avena strigosa*), aveia branca cv. UFRGS 18 (*Avena sativa*), trigo cv. OR Quartzo (*Triticum aestivum*), azevém cv. comum (*Lolium multiflorum*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*) como padrão de resistência e tomate cv. Santa Clara (*Lycopersicum esculentum*), como padrão de suscetibilidade. A inoculação foi realizada após 10 dias da emergência das culturas, com uma suspensão de 5000 (ovos + juvenis) de *M. javanica*. Após 60 dias da inoculação, foi avaliada a população final de *M. javanica*, utilizada para cálculo do fator de reprodução, conforme descrito anteriormente.

Os pressupostos de homoscedasticidade das variâncias dos resíduos e normalidade dos resíduos foram testados com o programa computacional SPSS 22. Não houve necessidade de transformação dos dados. Após, estes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de médias Scot-knot ( $p < 0,05$ ) através do programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011).

## Resultados e Discussão

As cultivares de soja diferiram quanto a massa fresca de raiz, população final de *M. javanica*, densidade de fitonematoides na raiz, índice de galhas e fator de reprodução de *M. javanica* (Apêndices S a Y). A massa fresca de raiz (MFR) das cultivares variou de 1,0 até 6,25 g / planta. Estes valores foram observados nas cultivares AMS Tibagi RR e TEC 6029 IPRO, respectivamente (Tabela 1). Estatisticamente, as cultivares foram separadas em três grupos, dentro dos quais não houve diferença significativa. O primeiro com massa das raízes entre 1,0 e 2,5 g / planta, o segundo entre 2,75 a 3,75 g / planta e o terceiro entre 4 a 6,25 g / planta. Do total de cultivares, 24 % foram classificadas no primeiro grupo, 38% no segundo e 38% no terceiro grupo.

A menor população final foi observada na cultivar SYN Vtop RR, a qual não diferiu das cultivares TMG 7262 RR, NS5445 IPRO, NS5959 IPRO (Tabela 1). Estas cultivares, com menor população final de *M. javanica* apresentaram massa fresca de raiz entre 1,0 e 3,25 g / planta. Isso sugere que a menor reprodução de *M. javanica* pode estar relacionada com a menor quantidade de raízes disponível para a infecção. Para a população final as cultivares foram separadas estatisticamente em quatro grupos. O maior percentual de cultivares, 37,8 %, foi classificado em grupo intermediário, com população final variando entre 71705,00 e 88232,0 juvenis e ovos em cada sistema radicular. A maior população final foi observada no tratamento com a cultivar BMX Ativa RR, na qual foram observados 118674,65 juvenis e ovos / planta.

A cultivar SYN Vtop RR também apresentou o menor valor de densidade de *M. javanica*, 7106,50 juvenis e ovos / g de raiz (Tabela 1). Esta foi seguida pela cultivar BMX Veloz RR, com 9092,50 juvenis e ovos / g de raiz, e por mais doze cultivares que não diferiram significativamente dessas. Das 45 cultivares, 60 % apresentaram valores entre

20410,00 e 32854,50 juvenis e ovos de *M. javanica* / g de raiz, não diferindo entre si. A maior densidade do fitonematoide nas raízes de soja foi observada na cultivar AMS Tibagi RR, a qual diferiu das demais cultivares. Em seguida os maiores valores foram observados para as cultivares, BMX Apolo RR, 95Y72 e CD 2737 RR, as quais também não diferiram entre si.

A cultivar TMG 7262 RR apresentou o menor índice de galhas (IG), 2,50, diferindo significativamente das demais (Tabela 2). Em um segundo grupo foi observada a cultivar BMX Apolo RR, com IG igual a 3,75, a qual também diferiu significativamente das demais. Do total, 75,55% apresentaram IG igual a 5, nota máxima, que indica a presença de mais de 100 galhas em cada sistema radicular.

Entre as cultivares testadas foram observados valores de fator de reprodução entre 4,5 e 23,75 (Tabela 2). O menor valor foi observado para a cultivar SYN Vtop, a qual não diferiu de TMG 7262 RR, NS 5445 IPRO, NS 5959 IPRO e BMX Veloz RR. Das 45 cultivares testadas, 88,89 % apresentaram FR superior a 10. Todas as cultivares foram classificadas como suscetíveis, segundo a escala proposta por Canto-Saénz (1985).

Houve correlação positiva significativa entre a massa fresca de raiz e a população final de *M. javanica*, índice de galhas e fator de reprodução (Tabela 3). Isto demonstra que o desenvolvimento radicular das cultivares interfere na capacidade nas mesmas em multiplicar *M. javanica*. Não houve correlação significativa entre as variáveis densidade de *M. javanica* nas raízes e índice de galhas, tampouco com a variável fator de reprodução. No entanto foi verificada correlação significativa entre população final e índice de galhas.

Nenhum resultado anterior foi observado na literatura envolvendo as cultivares estudados neste trabalho e o fitonematoide *M. javanica*. Essas 45 cultivares representam a maioria das cultivares atualmente disponíveis e utilizadas nas lavouras do sul do Brasil.

**Tabela 1** - Massa fresca de raiz (g/planta), população final (nem/raiz) e densidade de fitonematoides por grama (fitonematoides/g) de *M. javanica* em cultivares de soja. Santa Maria/RS, 2014.

CULTIVAR			MFR <sup>1</sup>		PF <sup>2</sup>		Nem/g <sup>3</sup>	
1	Brasmax	BMX Potência RR	6,00	c	83810,50	c	14619,75	a
2	Brasmax	BMX Turbo RR	4,00	c	53627,50	b	13143,25	a
3	Brasmax	BMX Veloz RR	5,50	c	47046,25	b	9092,50	a
4	Brasmax	BMX Vanguarda IPRO	2,50	a	68642,50	b	27163,00	b
5	Brasmax	BMX Valente RR	4,00	c	74701,75	c	17837,00	a
6	Brasmax	BMX Apolo RR	1,75	a	68597,50	b	43624,75	c
7	Brasmax	BMX Magna RR	3,50	b	82285,00	c	25935,25	b
8	Brasmax	BMX Energia RR	3,75	b	71705,00	c	25921,75	b
9	Brasmax	BMX Ativa RR	4,75	c	118674,75	d	25231,75	b
10	Brasmax	BMX Alvo RR	3,50	b	77352,50	c	21984,25	b
11	Coodetec	CD 2694 IPRO	3,75	b	88232,25	c	24657,75	b
12	Coodetec	CD 2737 RR	3,50	b	110980,00	d	36696,25	c
13	Coodetec	CD 2585 RR	3,50	b	93842,50	d	31699,00	b
14	Don Mario	DM 78 IPRO	5,25	c	76119,75	c	14079,25	a
15	Fundacep	TEC 5833 IPRO	4,75	c	66639,75	b	14447,25	a
16	Fundacep	TEC 7849 IPRO	4,25	c	56502,50	b	13462,50	a
17	Fundacep	TEC 5718 IPRO	4,75	c	118285,25	d	23475,50	b
18	Fundacep	TEC 6029 IPRO	6,25	c	80806,75	c	12731,50	a
19	Melhoramento Agropastoril Ltda	AMS Tibagi RR	1,00	a	73972,50	c	72565,50	d
20	Monsanto	MSOY 8000 RR	3,75	b	97487,50	d	27585,75	b
21	Nidera	NS 5959 IPRO	2,50	a	40390,00	a	15644,25	a
22	Nidera	NS 7209 IPRO	5,50	c	102212,25	d	19490,25	a
23	Nidera	NS 5445 IPRO	2,25	a	32845,00	a	14068,25	a
24	Nidera	NS 7300 IPRO	3,50	b	102150,00	d	27116,25	b
25	Nidera	NS 7237 IPRO	3,50	b	84877,50	c	32865,50	b
26	Nidera	NS 7000 IPRO	4,75	c	95535,75	d	22238,25	b
27	Nidera	NS 5000 IPRO	3,00	b	72477,50	c	26272,25	b
28	Nidera	NS 7338 IPRO	4,00	c	84384,75	c	23816,25	b
29	Nidera	NS 6262 RR	3,50	b	83590,00	c	27557,50	b
30	Nidera	NS 7100 RR	2,50	a	62610,00	b	29171,00	b
31	Nidera	NA 5909 RG	3,00	b	79087,50	c	28181,50	b
32	Nidera	NS 6211 RR	1,50	a	51862,50	b	31593,75	b
33	Nidera	A 6411 RG	3,75	b	84162,50	c	22133,00	b
34	Pioneer	95Y72	2,25	a	98010,00	d	40315,00	c
35	Pioneer	95R51	2,50	a	62095,00	b	26144,25	b
36	Syngenta	SYN Vtop RR	3,25	b	22675,00	a	7106,50	a
37	Syngenta	SYN 1158 RR	4,75	c	93689,75	d	19529,75	a
38	Syngenta	SYN 1163 RR	5,25	c	74666,50	c	14803,50	a
39	Syngenta	SYN 1161 RR	3,25	b	99307,50	d	30862,00	b
40	Syngenta	SYN 1157 RR	2,25	a	61575,00	b	26992,50	b
41	Tropical Melhoramento e genética	TMG 7062 IPRO	2,75	b	57225,00	b	21582,50	b
42	Tropical Melhoramento e genética	TMG 7262 RR	1,00	a	30672,50	a	23900,25	b
43	Tropical Melhoramento e genética	TMG 1067	5,00	c	95245,25	d	20410,00	b
44	Tropical Melhoramento e genética	TMG 1266 RR	3,50	b	74195,00	c	23024,50	b
45	Pioneer	95Y21 <sup>4</sup>	4,75	c	118658,50	d	24117,00	b
C.V.			29,42		28,22		42,07	

<sup>1</sup> MPF: massa fresca de raiz. <sup>2</sup> PF: população final. <sup>3</sup> Nem/g: densidade de fitonematoides. <sup>4</sup> Cultivar padrão de suscetibilidade. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scot-Knot (p<0,05).

**Tabela 2** - Índice de galhas (IG) e fator de reprodução (FR) de *M. javanica* em cultivares de soja. Santa Maria/RS, 2014.

CULTIVAR			IG <sup>1</sup>	FR <sup>2</sup>	REAÇÃO <sup>3</sup>		
1	Brasmax	BMX Potência RR	5,00	d	16,75	c	S
2	Brasmax	BMX Turbo RR	4,75	d	10,75	b	S
3	Brasmax	BMX Veloz RR	5,00	d	9,50	a	S
4	Brasmax	BMX Vanguarda IPRO	5,00	d	13,75	b	S
5	Brasmax	BMX Valente RR	5,00	d	14,75	b	S
6	Brasmax	BMX Apolo RR	3,75	b	13,75	b	S
7	Brasmax	BMX Magna RR	5,00	d	16,75	c	S
8	Brasmax	BMX Energia RR	4,50	c	14,50	b	S
9	Brasmax	BMX Ativa RR	5,00	d	23,75	c	S
10	Brasmax	BMX Alvo RR	5,00	d	15,50	c	S
11	Coodetec	CD 2694 IPRO	5,00	d	17,75	c	S
12	Coodetec	CD 2737 RR	4,75	d	22,00	c	S
13	Coodetec	CD 2585 RR	4,75	d	18,50	c	S
14	Don Mario	DM 78 IPRO	5,00	d	15,00	b	S
15	Fundacep	TEC 5833 IPRO	5,00	d	13,50	b	S
16	Fundacep	TEC 7849 IPRO	5,00	d	11,25	b	S
17	Fundacep	TEC 5718 IPRO	5,00	d	23,50	c	S
18	Fundacep	TEC 6029 IPRO	5,00	d	16,00	c	S
19	Melhoramento Agropastoril Ltda	AMS Tibagi RR	4,50	c	15,00	b	S
20	Monsanto	MSOY 8000 RR	5,00	d	19,25	c	S
21	Nidera	NS 5959 IPRO	4,25	c	8,25	a	S
22	Nidera	NS 7209 IPRO	5,00	d	20,50	c	S
23	Nidera	NS 5445 IPRO	4,25	c	6,50	a	S
24	Nidera	NS 7300 IPRO	5,00	d	20,50	c	S
25	Nidera	NS 7237 IPRO	5,00	d	17,00	c	S
26	Nidera	NS 7000 IPRO	5,00	d	19,50	c	S
27	Nidera	NS 5000 IPRO	5,00	d	14,25	b	S
28	Nidera	NS 7338 IPRO	5,00	d	17,00	c	S
29	Nidera	NS 6262 RR	5,00	d	16,75	c	S
30	Nidera	NS 7100 RR	5,00	d	12,50	b	S
31	Nidera	NA 5909 RG	5,00	d	15,75	c	S
32	Nidera	NS 6211 RR	4,75	d	10,50	b	S
33	Nidera	A 6411 RG	5,00	d	17,00	c	S
34	Pioneer	95Y72	5,00	d	19,50	c	S
35	Pioneer	95R51	5,00	d	12,50	b	S
36	Syngenta	SYN Vtop RR	4,25	c	4,50	a	S
37	Syngenta	SYN 1158 RR	5,00	d	18,75	c	S
38	Syngenta	SYN 1163 RR	5,00	d	14,75	b	S
39	Syngenta	SYN 1161 RR	5,00	d	19,75	c	S
40	Syngenta	SYN 1157 RR	5,00	d	12,50	b	S
41	Tropical Melhoramento e genética	TMG 7062 IPRO	5,00	d	11,25	b	S
42	Tropical Melhoramento e genética	TMG 7262 RR	2,50	a	6,00	a	S
43	Tropical Melhoramento e genética	TMG 1067	5,00	d	19,00	c	S
44	Tropical Melhoramento e genética	TMG 1266 RR	5,00	d	15,00	b	S
45	Pioneer	95Y21 <sup>4</sup>	5,00	d	23,75	c	S
C.V.			6,44		28,21		

<sup>1</sup>IG: Índice de galhas. <sup>2</sup>FR: Fator de reprodução. <sup>3</sup>HS = hipersuscetíveis (IG > 2 e FR ≤ 1), S = suscetível (IG > 2 e FR > 1), T = tolerante (IG ≤ 2 e FR > 1) e R = resistente (IG ≤ 2 e FR ≤ 1) (CANTO-SAÉNZ, 1985). <sup>4</sup>Padrão de suscetibilidade. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scot-Knot (p<0,05).

**Tabela 3** - Correlação entre as variáveis massa fresca de raiz (MFR), população final (PFP), densidade de fitonematoides / g (NEM/g), índice de galhas (IG) e fator de reprodução (FR). Santa Maria/RS, 2014.

VARIÁVEIS	MFR	PF	NEM/G	IG	FR
MFR	1,00	0,43	-0,59	0,52	0,43
PF	** <sup>1</sup>	1,00	0,28	0,52	1,00
NEM/G	**	ns	1,00	-0,12	0,29
IG	**	**	ns	1,00	0,52
FR	**	**	ns	**	1,00

<sup>1</sup> \*significativo a 5 % de probabilidade, \*\* significativo a 1 % de probabilidade, ns não significativo.

Isto indica a limitação existente na disponibilidade de materiais com resistência a *M. javanica*. Em trabalhos anteriores, já haviam sido observados altos valores de fatores de reprodução. Teixeira (2013), testando 30 cultivares de soja a *M. javanica*, encontrou fatores de reprodução entre 3,91 e 16,75, sendo estes extremos observados nas cultivares P98N82 e BRSGO Graciosa, respectivamente.

A falta de padronização nas metodologias tem levado a obtenção de resultados conflitantes. Existem metodologias que consideram apenas os danos visuais causados ao hospedeiro, como índice de galhas, ou uma estimativa visual do número de fêmeas, como o índice de massas de ovos (TAYLOR E SASSER, 1978). Outras metodologias utilizam o fator de reprodução, que segundo Canto-Saéns (1985), é uma variável adequada para a avaliação a reação das plantas aos nematoides-das-galhas. O fator de reprodução considera a capacidade reprodutiva do fitonematoide em um determinado hospedeiro, e não somente a capacidade infectiva do mesmo.

De forma geral, em função do grande número de linhagens, os programas de melhoramento efetuam a reação aos nematoide-das-galhas com base apenas no índice de galhas, por ser de fácil avaliação e execução permitindo análise de um número grande de linhagens (DIAS et al., 2010). Essa metodologia é recomendada pelo Sistema Nacional de

Proteção de Cultivares (SNPC) como padrão para a avaliação de novas cultivares de soja. Para *M. javanica*, segundo esse sistema, as cultivares são classificadas em resistentes, com IG menor que 2, moderadamente resistentes, com IG entre 2 e 3, e suscetíveis, com IG superior a 3 (MAPA, 2009).

Aplicando essa metodologia aos resultados obtidos neste ensaio pode ser observado que somente a cultivar TMG 7262 RR é classificada como moderadamente resistente, as demais se classificam como suscetíveis. No entanto, a TMG 7262 RR não foi a cultivar que apresentou o menor FR. Este valor foi observado para a cultivar SYN Vtop RR, a qual apresentou valor de IG igual 4,25. Esta baixa correlação entre IG e FR que ocorre em algumas cultivares já foi detectada anteriormente para *M. incognita* (LUZZI et al., 1987) e *M. javanica* (MENDES et al., 2001). A fim de evitar conclusões equivocadas devem ser considerados vários parâmetros para a classificação de cultivares quando a reação a fitonematoides, tais como fator de reprodução, índice de galhas, índice de massas de ovos e número de ovos por massa de raiz (SILVA, 1998).

Em função da avaliação somente do IG, a maioria das cultivares até agora classificadas como resistentes ou moderadamente resistentes a *M. javanica* e *M. incognita* apresentam FR maior que 1,0 (DIAS et. Al., 2010). Isso significa que a campo essas cultivares podem sofrer pouco dano em virtude do ataque dos nematoides-das-galhas, no entanto, a multiplicação dos mesmos seguirá ocorrendo, até o momento que inviabilize o cultivo.

Para as culturas de cobertura não foram verificadas diferenças na população final e fator de reprodução de *M. javanica* (Tabela 4). Somente foram observadas diferenças entre as culturas de cobertura e o tomateiro, padrão de suscetibilidade. Todas as culturas de cobertura testadas apresentaram valores de fator de reprodução a *M. javanica* próximos a zero. Estes

resultados corroboram com os resultados obtidos por Carneiro et al. (1998), envolvendo entre outras, as mesmas espécies utilizadas neste estudo, a exceção de trigo.

**Tabela 4** - População final (PF) e fator de reprodução (FR) de culturas a *Meloidogyne javanica*. Santa Maria/RS, 2014.

CULTURA	PF		FR		Reação <sup>1</sup>
Nabo forrageiro cv. comum ( <i>Raphanus sativus</i> var. <i>oleiferus</i> )	215,000	a <sup>2</sup>	0,043	a	R
Aveia preta cv. Comum ( <i>Avena strigosa</i> )	39,167	a	0,008	a	R
Aveia branca cv. UFRGS 18 ( <i>Avena sativa</i> )	15,000	a	0,003	a	R
Trigo cv. OR Quartzo ( <i>Triticum aestivum</i> )	80,833	a	0,016	a	R
Azevém cv. comum ( <i>Lolium multiflorum</i> )	39,167	a	0,008	a	R
Crotalária ( <i>Crotalaria spectabilis</i> )	36,667	a	0,007	a	R
Tomate cv. Santa Clara ( <i>Lycopersicum esculentum</i> )	84019,167	b	16,804	b	S
C.V.	47,08		47,06		

<sup>1</sup> Reação a *M. javanica*: I = Imune, S = Suscetível, R = Resistente. <sup>2</sup> Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scot-Knot (p<0,05)

Resultado semelhante aos obtidos no presente estudo para azevém foram observados por Rosa et al. (2013), onde foi verificado fator de reprodução médio igual a 0,065. Neste mesmo trabalho também foram observados valores de fator de reprodução para nabo forrageiro entre 2,14 e 2,44. Estes valores são superiores aos observados no presente trabalho. Essas diferenças podem estar relacionadas a diversidade genética presente na espécie. Em geral esta cultura vem sendo multiplicada sem muitos critérios, o que permitiu a perda da identidade e pureza genética (INOMOTO et al., 2006). Isso ocorre para muitas espécies utilizadas como plantas de cobertura, e pode explicar os resultados contrastantes em relação a reação aos fitonematoides encontrados na literatura em diferentes estudos.

A reação de resistência da *Crotalaria spectabilis* a *M. javanica* já está bem documentada na literatura (CARNEIRO et al., 1998; CHARCHAR et al., 2007; ROSA et al., 2013). No entanto, esta planta de cobertura devido a sua intolerância ao frio somente poderia ser cultivada em substituição a cultura de verão na região sul do Brasil. Isso dificulta seu uso

no manejo de fitonematoides nessa região em virtude da resistência dos agricultores em cultivar culturas economicamente não rentáveis durante o verão.

As aveias, o trigo e o azevém são as culturas mais utilizadas no sul do Brasil para cobertura do solo, produção de grãos e formação de pastagens no inverno. Através dos dados obtidos, pode-se inferir que as culturas de cobertura testadas são adequadas para a utilização em áreas infestadas com *M. javanica*.

### **Conclusões**

1. As cultivares de soja BMX Potência RR, BMX Turbo RR, BMX Veloz RR, BMX Vanguarda IPRO, BMX Valente RR, BMX Apolo RR, BMX Magna RR, BMX Energia RR, BMX Ativa RR, BMX Alvo RR, CD 2694 IPRO, CD 2737 RR, CD 2585 RR, DM 78 IPRO, TEC 5833 IPRO, TEC 7849 IPRO, TEC 5718 IPRO, TEC 6029 IPRO, AMS Tibagi RR, MSOY 8000 RR, NS 5959 IPRO, NS 7209 IPRO, NS 5445 IPRO, NS 7300 IPRO, NS 7237 IPRO, NS 7000 IPRO, NS 5000 IPRO, NS 7338 IPRO, NS 6262 RR, NS 7100 RR, NA 5909 RG, NS 6211 RR, A 6411 RG, 95Y72, 95R51, SYN Vtop RR, SYN 1158 RR, SYN 1163 RR, SYN 1161 RR, SYN 1157 RR, TMG 7062 IPRO, TMG 7262 RR, TMG 1067, TMG 1266 RR e 95Y21 são suscetíveis a *M. javanica*.

2. As culturas aveia preta cv. Comum, aveia branca cv. UFRGS 18, trigo cv. OR Quartzo, azevém cv. Comum e *Crotalaria spectabilis* são resistentes a *M. javanica* e podem ser utilizadas em áreas infestadas pelo fitonematoide.

### **Referências**

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.; CARVALHO, F.L.C.; KULCZYNSKY, S.M. Seleção de plantas para o controle de *Mesocriconea xenoplax* e *Meloidogyne* spp. através da rotação de culturas. **Nematologia Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 41-48, 1998.

CHARCHAR, J.M.; GONZAGA, V.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W.; ARAGÃO, F.A.S. Efeito da Rotação de Culturas no Controle de *Meloidogyne* spp. em Cenoura na Região Norte do Estado de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, v. 31 n.3, 2007.

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

DIAS, W.P., V.M. FREITAS, N.R. RIBEIRO, A.W. MOITA, M. HOMECHIN, N.M.B. PARPINELLI & R.M.D.G, CARNEIRO.. Reação de genótipos de soja a *Meloidogyne enterolobii* e *M. ethiopica*. **Nematologia Brasileira**. V. 34, n.4, 2010.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

HUANG, J.S. **Mechanisms of resistance to root-knot nematodes**. IN: SASSER, J.N.; CARTER, C.C. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Raleigh: North Caroline State University Graphics, v.1, p.165-174, 1985.

HUNT, D.J.; HANDOO, Z.A. Taxonomy, identification and principal species. *In*: PERRY, R.N.; MOENS, N.; STARR, J.L. **Root-knot nematodes**. Cambridge, MA, USA, CABI North America Office, p. 55-97, 2009.

INOMOTO, M.M.; MOTTA, L.C.C.; MACHADO, A.C.Z.; SAZAKI, C.S.S. Reação de dez coberturas vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 151-157, 2006.

- JENKINS, W. R. **A rapid centrifugal-flotation technique for extracting nematodes from soil.** Plant Disease Report, 1964. p. 48, 692.
- LUZZI, B.M., H.R. BOERMA & R.S. HUSSEY. 1987. Resistance to three species of root-knot nematode in soybean. **Crop Science**, 27: 258-262.
- MENDES, M.L., O.C. CAMILO, F.R. VICENTE & P.B.N. RODRIGUEZ. 2001. Reação de genótipos de soja a *Meloidogyne javanica* (Treb) Chitwood. **Nematologia Brasileira**, 25: 89-93.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Protocolos para avaliação de reação às doenças em soja. Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC.** Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/protecao-cultivares/formularios-protecao-cultivares>. Acesso em 10 de outubro de 2014.
- OOSTENBRINK, M. **Major characteristic of the relation between nematodes and plants.** Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen – Nederlands, 1966. 46 p.
- ROSA, J.M.O.; WESTERICH, J.N.; WILCKEN, S.R.S. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde. **Tropical Plant Pathology**, v.38, n.2, p.133-141, 2013.
- SILVA, J. F. V. et al. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja.** Sociedade Brasileira de Nematologia e Embrapa Soja, Londrina, 2001.
- SILVA, J.F.V. **Problemas fitossanitários da soja no Brasil, com ênfase em nematóides.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XXI, Maringá (PR). Resumos, p. 16-20. 1998.
- TEIXEIRA, R.A. **Reação de cultivares de soja a *M. incognita* e *M. javanica*.** 2013. 63 p. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

## DISCUSSÃO GERAL

Os resultados obtidos confirmam que o controle do nematoide-das-galhas *M. javanica* em soja deve ser realizado com base no manejo integrado. Nenhum dos fatores testados foi eficiente quando utilizado de maneira isolada. Durante o desenvolvimento das culturas de cobertura houve redução na densidade populacional de *M. javanica*. De acordo com os dados obtidos no artigo 2, as culturas de cobertura aveia preta cv. Comum e nabo forrageiro cv. Comum não são hospedeiras favoráveis de *M. javanica*, pois apresentaram fatores de reprodução próximos a zero. Não houve diferença significativa entre essas culturas quanto ao fator de reprodução a *M. javanica*. No entanto, no ensaio a campo foi observada redução na população de maneira distinta entre essas culturas. Com cultivo de aveia preta foi observada maior redução da densidade populacional de *M. javanica* que quando cultivado nabo forrageiro.

Isto pode estar relacionado a fatores como a existência de pequenas diferenças na reação dessas espécies ao fitonematoide, não detectadas no ensaio do artigo 2, ao favorecimento de organismos antagônicos de forma diferenciada nas culturas, à diferentes amplitudes térmicas no solo geradas pelas diferentes culturas, entre outros. As espécies resistentes podem ser classificadas de duas formas, como resistentes passivas ou como resistentes ativas. As resistentes passivas, simplesmente não são boas hospedeiras do fitonematoide. Já as ativas, além de não serem hospedeiros, liberam compostos que atuam suprimindo de forma mais rápida a população dos fitonematoides (BARKER e KOENNING, 1998).

Além disso, certas plantas favorecem o desenvolvimento de espécies de rizobactérias. Estas, já foram identificadas induzindo resistência sistêmica a patógenos foliares. No entanto, alguns pesquisadores sugerem que essas espécies podem também induzir resistência a outros organismos nocivos, incluindo fungos, bactérias, fitonematoides e insetos (WEI et al., 1996). Mais estudos são necessários para elucidar os efeitos secundários de plantas de cobertura, e de organismo associados a elas, bem como, desenvolver formas de aproveitamento dessas características nos programas de manejo de fitonematoides.

Segundo os dados do artigo 2, além da aveia preta cv. comum e nabo forrageiro cv. Comum, as culturas de aveia branca cv. UFRGS 18, azevém cv. Comum e trigo cv. OR quartzo, podem ser utilizadas em programas de manejo de *M. javanica*, pois não multiplicam

o fitonematoide. Já no ensaio a campo, nos tratamentos com alqueive foram observados menores valores de densidade de *M. javanica* no solo que com aveia preta. O alqueive pode ser uma prática alternativa para redução da população em área com elevada infestação. No entanto, poderá trazer aspectos negativos, como a erosão do solo, a infestação por plantas daninhas e a redução dos níveis de matéria orgânica. Faz necessário o estudo mais aprofundado dos efeitos do alqueive, incluindo avaliação com e sem a mobilização do solo.

As diferenças na densidade populacional de *M. javanica* observadas no solo com as diferentes culturas de cobertura se mantiveram durante o cultivo da soja. Imediatamente antes da semeadura da soja, a densidade populacional de *M. javanica* no solo cultivado com nabo forrageiro era duas vezes maior que a densidade populacional observada no solo cultivado com aveia preta. Aos 15 dias após a emergência da soja, a densidade de *M. javanica* penetrados nas raízes de soja foi 29,56 vezes superior nos tratamentos onde havia sido cultivado nabo forrageiro comparado aos tratamentos com aveia preta. Isto demonstra a importância das práticas culturais sobre a população inicial de *M. javanica* e a influência desta sobre intensidade do ataque do fitonematoide na soja.

Por outro lado, o cultivo da aveia preta beneficiou o desenvolvimento de *Pratylenchus brachyurus*. Isto pode ser observado na avaliação realizada aos 60 dias após a emergência da soja, onde foi observada densidade do fitonematoide 4,35 e 2,53 vezes superior aos tratamentos com alqueive e nabo forrageiro, respectivamente. Com cultivo de aveia preta foram observados 624,07 *P. brachyurus* / 5 g nas raízes da soja. Antes da implantação do experimento, a população de *P. brachyurus* no solo era baixa. Isto demonstra que, em presença de *P. brachyurus* o cultivo de aveia preta deve ser evitado. Efeito semelhante foi observado para espécies híbridas de capim sudão, que possibilitam controle eficaz de *Meloidogyne* sp. (MOJTAHEDI et. al., 1993), e apresentam antagonismo limitado a *Pratylenchus* sp. (MACGUIDWIN e LAYNE, 1995). Informações sobre a reação de outras plantas de cobertura utilizadas no sul do Brasil a *P. brachyurus* são escassas. Em um dos relatos, Borges et. al. (2010), observaram que a aveia branca é mais suscetível que a aveia preta a *P. brachyurus*.

Observou-se redução significativa da densidade de fitonematoídeos nas raízes e no solo pela utilização dos nematicidas. De modo geral, desempenho semelhante foi observado no controle de *M. javanica* para os nematicidas aplicados no sulco de semeadura Fluensulfona e Cadusafos. Já Abamectina, aplicado em tratamentos de sementes, de maneira geral apresentou eficiência de controle de *M. javanica* inferior aos nematicidas aplicados em sulco, principalmente nas avaliações realizadas no início do desenvolvimento da soja.

A densidade de ovos nas raízes de soja aos 45 dias após a emergência foi a única avaliação de *M. javanica* em que foi observada interação significativa entre culturas de cobertura e nematicida. Nesta, pode-se perceber que o efeito gerado sobre esta variável pelas culturas de cobertura foi superior ao efeito gerado pelos nematicidas. Isto demonstra novamente a importância do manejo cultural no controle de *M. javanica*.

Além do efeito sobre a *M. javanica* e *P. brachyurus*, foi observado efeito significativo dos tratamentos na produtividade da soja. Sob alta população de *M. javanica*, como ocorreu quando cultivado nabo forrageiro, nenhum incremento em produtividade ocorreu devido a aplicação de nematicidas. Sob população inicial baixa do fitonematoide, com a utilização de alqueive, aumento na produtividade superior a 37 % em relação à testemunha foram observados com a aplicação de nematicidas. A partir disso, fica evidente que a utilização de nematicidas deve ser precedida de práticas que reduzam a densidade populacional dos fitonematoídeos.

As 45 cultivares testadas foram suscetíveis a *M. javanica*. Essas representam as principais cultivares atualmente disponíveis para a região sul do Brasil. Isso demonstra a limitação existente na disponibilidade de germoplasmas resistentes. Os valores do fator de reprodução variaram entre 4,50 e 23,75. Entretanto, é importante que para o manejo de *M. javanica* sejam cultivadas cultivares com baixo fator de reprodução possível, mesmo este ainda seja maior que 1,0. Normalmente, a reação das cultivares de soja a *M. javanica*, antes de serem lançadas no mercado, é realizada com base apenas no índice de galhas, que é uma avaliação visual do sistema radicular. Os dados do presente trabalho demonstraram que, em determinadas cultivares, não há correlação entre índice de galhas e fator de reprodução. Com isso, cultivares classificadas como resistentes a *M. javanica*, podem mesmo assim, apresentar fatores de reprodução superiores a 1,0 e multiplicar o fitonematoide, conforme já observado por Dias et al. (2010).

Com poucas exceções, a disponibilidade de fontes de resistência é restrita aos fitonematoídeos que induzem a formação de células de alimentação em seus hospedeiros (*Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera*, *Tylenchulus*, *Rotylenchulus* spp.) (YOUNG, 1998). Isto faz com que estratégias baseadas em controle genético dificilmente poderão ser utilizadas, principalmente para gêneros como *Pratylenchus*. Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que o manejo de *M. javanica* e *P. brachyurus* em soja deve ser realizado a partir de um criterioso esquema de sucessão de culturas, aliado a aplicação de nematicidas e utilização de cultivares com menor fator de reprodução possível.

## CONCLUSÕES GERAIS

1. A utilização de aveia preta como cultura de cobertura ou alqueive com manutenção do solo sem vegetação, são práticas eficazes na redução do inóculo inicial de *Meloidogyne javanica* para o cultivo da soja. No entanto, aveia preta não deve ser utilizada em áreas com presença de *P. brachyurus*;
2. Os nematicidas Fluensulfona e Cadusafos aplicados, em sulco de semeadura, e Abamectina, aplicados através de tratamento de sementes, são ferramentas de manejo de *Meloidogyne javanica*, desde que associadas a práticas culturais que reduzam a população inicial dos fitonematoides;
3. As cultivares de soja BMX Potência RR, BMX Turbo RR, BMX Veloz RR, BMX Vanguarda IPRO, BMX Valente RR, BMX Apolo RR, BMX Magna RR, BMX Energia RR, BMX Ativa RR, BMX Alvo RR, CD 2694 IPRO, CD 2737 RR, CD 2585 RR, DM 78 IPRO, TEC 5833 IPRO, TEC 7849 IPRO, TEC 5718 IPRO, TEC 6029 IPRO, AMS Tibagi RR, MSOY 8000 RR, NS 5959 IPRO, NS 7209 IPRO, NS 5445 IPRO, NS 7300 IPRO, NS 7237 IPRO, NS 7000 IPRO, NS 5000 IPRO, NS 7338 IPRO, NS 6262 RR, NS 7100 RR, NA 5909 RG, NS 6211 RR, A 6411 RG, 95Y72, 95Y21, 95R51, SYN Vtop RR, SYN 1158 RR, SYN 1163 RR, SYN 1161 RR, SYN 1157 RR, TMG 7062 IPRO, TMG 7262 RR, TMG 1067, TMG 1266 RR, utilizadas atualmente no sul do Brasil, são suscetíveis a *M. javanica*.
4. As culturas aveia preta cv. Comum, aveia branca cv. UFRGS 18, trigo cv. OR Quartzo e azevém cv. Comum são resistentes a *Meloidogyne javanica* e podem ser utilizadas em áreas infestadas pelo fitonematoide.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. M. R. et al. Doenças da soja. In: Kimati , H. et al. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 569-588.

BORGES, D.C.; MACHADO, A.C.Z.; INOMOTO, M.M. Reação de aveias a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, vol. 35, 3, 178-181 (2010).

CAMPOS, H.D.; SILVA, J.R.C.; CAMPOS, V.P.; DA SILVA, L.H.C.P.; COSTA, L.S.A.S.; SILVA, W.J.R. Efeito da temperatura do solo na infectividade e reprodução de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* em cultivares de soja. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 5, p. 900-907, 2011.

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

DECRAEMER, W.; HUNT, D.J. Structure and classification. In: PERRY, R.N.; MOENS, M., **Plant Nematology**, Wallingford, Oxfordshire: CAB International, 2006, p. 3–32.

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; CARNEIRO, G.E.S. **Nematoides da soja: Identificação e controle**, Circular Técnica, Embrapa soja, 2010.

DIAS, W.P., V.M. FREITAS, N.R. RIBEIRO, A.W. MOITA, M. HOMECHIN, N.M.B. PARPINELLI & R.M.D.G, CARNEIRO.. Reação de genótipos de soja a *Meloidogyne enterolobii* e *M. ethiopica*. **Nematologia Brasileira**. V. 34, n.4, 2010.

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

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIERA,C.R.. **Manejo sustentável de Fitonematoides**. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2010. 306 p.

GOULART, A. M. C. **Aspectos gerais sobre nematoides-das-lesões-radiculares (gênero *Pratylenchus*)**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 30p (Documentos).

KENNETH, R.B.; STEPHEN, R.K. Developing sustainable systems for nematode management. **Annual Review of Phytopathology**, v.36, p.165–205, 1998.

MACGUIDWIN, A.E.; LAYNE, T.L. Response of nematode communities to sudangrass and sorghum-sudangrass hybrids grown as green manure crops. **Journal of Nematology**, v.27, p.609–16, 1995.

MOJTAHEDI, H.; SANTO, G.S.; INGHAM, R.E.. Suppression of *Meloidogyne chitwoodi* with sudangrass cultivars as green manure. **Journal of Nematology**, v.25, p.303–11, 1993.

NICOL, J.M.; TURNER, S.J.; COYNE, D.L.; DEN NIJS, L.; HOCKLAND, S.; MAAFI, Z.T. Current nematode threats to world agriculture. In: JONES, J.T.; GHEYSEN, G.; FENOLL, C., **Genomics and Molecular Genetics of Plant–Nematode Interactions**, Heidelberg: Springer, 2011, p. 21–44.

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

RIDDLE, D.L.; BIRD, A.F. Responses of the plant-parasitic nematodes *Rotylenchulus reniformis*, *Anguina agrostis* and *Meloidogyne javanica* to chemical attractants. **Parasitology**, v.91, p.185–95, 1985.

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

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

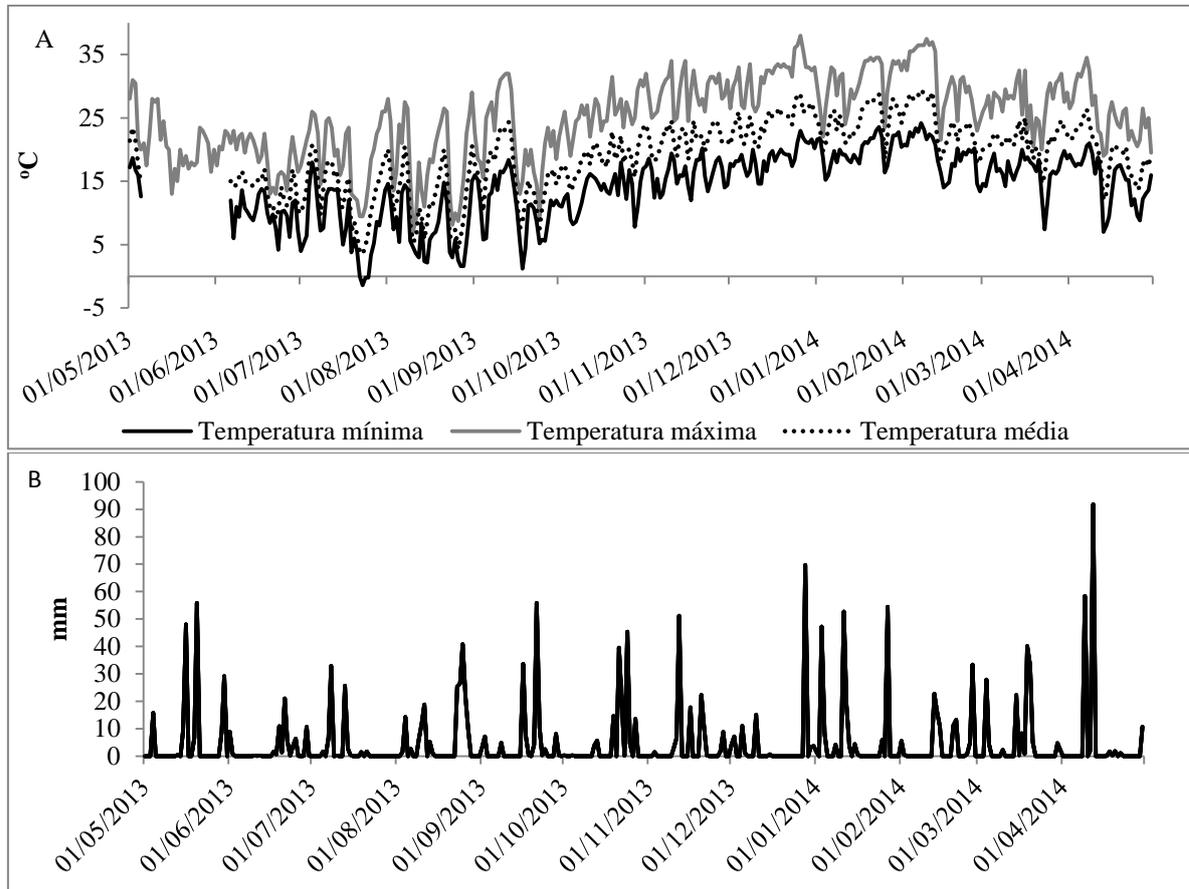
WEI, G.; KLOEPPER, J.W.; TUZUN, S. Induced systemic resistance to cucumber diseases and increased growth by plant growth-promoting Rhizobacteria under field conditions. **Phytopathology**, v.86, p.221–24, 1996.

WYSS, U.; GRUNDLER, F.M.W.; MUNCH, A. The parasitic behavior of second-stage juveniles of *Meloidogyne incognita* in roots of *Arabidopsis thaliana*. **Nematologica**, v.38, p.98–111, 1992.

YOUNG, L.D. Breeding for nematode-resistance and tolerance. In: BARKER, K.R.; PEDERSON, G.A.; WINDHAM, G.L. **Plant and Nematode Interactions**, p. 187–207, 1998.

## APÊNDICES

**Apêndice A - Temperaturas diárias mínima, máxima e média do ar (A) e precipitação (B) incidentes durante o período de condução do experimento.**



Fonte: Dados da Rede do INMET para estação meteorológica localizada em Cruz Alta/RS, a 60 km de distância do local do experimento.

**Apêndice B - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de *M. javanica* no solo antes da implantação das culturas de cobertura.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	216,67	108,33	0,00	1,00
REP	3	504291,67	168097,22	1,89	0,23
Erro	6	533983,33	88997,22		
Total corrigido	11	1038491,67			
CV (%)	44,47				
Média geral:	670,83				

**Apêndice C - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de *M. javanica* no solo antes da implantação da soja.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	9216,67	4608,33	6,51	0,03
REP	3	825,00	275,00	0,39	0,77
Erro	6	4250,00	708,33		
Total corrigido	11	14291,67			
CV (%)	60,26				
Média geral:	44,16				

**Apêndice D - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de *M. javanica* penetrados nas raízes de soja aos 15 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	4,60	1,53	0,98	0,46
Culturas	2	137,43	68,71	44,05	0,00
Erro 1	6	9,36	1,56		
Nematicidas	3	49,38	16,46	8,83	0,00
Culturas*nematicidas	6	27,28	4,55	2,44	0,05
Erro 2	27	50,33	1,86		
Total corrigido	47	278,38			
CV culturas (%)	42,95				
CV nematicidas (%)	46,95				
Média geral	2,90				

**Apêndice E - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de *M. javanica* nas raízes de soja aos 30 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	9,56	3,19	1,24	0,38
Culturas	2	298,77	149,39	58,10	0,00
Erro 1	6	15,43	2,57		
Nematicidas	3	87,02	29,01	9,41	0,00
Culturas*nematicidas	6	18,72	3,12	1,01	0,44
Erro 2	27	83,26	3,08		
Total corrigido	47	512,77			
CV culturas (%)	48,99				
CV nematicidas (%)	53,65				
Média geral	3,27				

**Apêndice F - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de ovos de *M. javanica* nas raízes de soja aos 30 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	0,51	0,17	0,08	0,97
Culturas	2	62,45	31,23	15,60	0,00
Erro 1	6	12,01	2,00		
Nematicidas	3	37,18	12,39	3,73	0,02
Culturas*nematicidas	6	7,03	1,17	0,35	0,90
Erro 2	27	89,72	3,32		
Total corrigido	47	208,91			
CV culturas (%)	34,47				
CV nematicidas (%)	44,42				
Média geral	4,10				

**Apêndice G - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de *M. javanica* no solo aos 30 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	1,41	0,47	0,17	0,91
Culturas	2	131,95	65,98	24,29	0,00
Erro 1	6	16,29	2,72		
Nematicidas	3	80,84	26,95	10,87	0,00
Culturas*nematicidas	6	14,80	2,47	1,00	0,45
Erro 2	27	66,96	2,48		
Total corrigido	47	312,26			
CV culturas (%)	73,05				
CV nematicidas (%)	69,80				
Média geral	2,25				

**Apêndice H - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de *M. javanica* nas raízes de soja aos 45 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	20,89	6,96	0,84	0,52
Culturas	2	117,12	58,56	7,09	0,03
Erro 1	6	49,53	8,26		
Nematicidas	3	32,76	10,92	3,43	0,03
Culturas*nematicidas	6	26,99	4,50	1,41	0,25
Erro 2	27	85,98	3,18		
Total corrigido	47	333,27			
CV culturas (%)	52,54				
CV nematicidas (%)	32,63				
Média geral	5,46				

**Apêndice I - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de ovos de *M. javanica* nas raízes de soja aos 45 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	20,53	6,84	1,88	0,23
Culturas	2	143,92	71,96	19,75	0,00
Erro 1	6	21,86	3,64		
Nematicidas	3	15,98	5,33	4,39	0,01
Culturas*nematicidas	6	19,48	3,25	2,68	0,04
Erro 2	27	32,74	1,21		
Total corrigido	47	254,52			
CV culturas (%)	33,59				
CV nematicidas (%)	19,38				
Média geral	5,68				

**Apêndice J - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de *M. javanica* no solo aos 45 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	23,15	7,72	3,55	0,09
Culturas	2	71,15	35,57	16,35	0,00
Erro 1	6	13,06	2,18		
Nematicidas	3	4,49	1,50	0,21	0,89
Culturas*nematicidas	6	25,55	4,26	0,59	0,74
Erro 2	27	194,78	7,21		
Total corrigido	47	332,18			
CV culturas (%)	37,41				
CV nematicidas (%)	68,11				
Média geral	3,94				

**Apêndice K - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de ovos de *M. javanica* nas raízes de soja aos 60 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	10,48	3,49	2,05	0,21
Culturas	2	29,12	14,56	8,54	0,02
Erro 1	6	10,23	1,71		
Nematicidas	3	2,70	0,90	0,24	0,87
Culturas*nematicidas	6	10,67	1,78	0,47	0,82
Erro 2	27	102,01	3,78		
Total corrigido	47	165,22			
CV culturas (%)	18,79				
CV nematicidas (%)	27,97				
Média geral	6,95				

**Apêndice L - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de *M. javanica* nas raízes de soja aos 60 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	10,14	3,38	0,88	0,50
Culturas	2	59,85	29,92	7,75	0,02
Erro 1	6	23,18	3,86		
Nematicidas	3	12,54	4,18	0,99	0,41
Culturas*nematicidas	6	12,35	2,06	0,49	0,81
Erro 2	27	114,05	4,22		
Total corrigido	47	232,10			
CV culturas (%)	38,80				
CV nematicidas (%)	40,57				
Média geral	5,06				

**Apêndice M - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de *M. javanica* no solo aos 60 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	3,87	1,29	0,27	0,85
Culturas	2	68,26	34,13	7,12	0,03
Erro 1	6	28,77	4,80		
Nematicidas	3	18,96	6,32	1,10	0,37
Culturas*nematicidas	6	56,38	9,40	1,64	0,18
Erro 2	27	154,83	5,73		
Total corrigido	47	331,08			
CV culturas (%)	59,29				
CV nematicidas (%)	64,84				
Média geral	3,69				

**Apêndice N - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de juvenis de *M. javanica* no solo aos 90 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	350,19	116,73	1,39	0,33
Culturas	2	4040,66	2020,33	23,98	0,00
Erro 1	6	505,42	84,24		
Nematicidas	3	486,11	162,04	1,58	0,22
Culturas*nematicidas	6	444,83	74,14	0,72	0,64
Erro 2	27	2775,66	102,80		
Total corrigido	47	8602,87			
CV culturas (%)	33,05				
CV nematicidas (%)	36,51				
Média geral	27,77				

**Apêndice O - Análise de variâncias (ANOVA) da variável produtividade da soja.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	532555,31	177518,44	2,00	28 0.2115
Culturas	2	1120010,77	560005,39	6,39	9 0.0325
Erro 1	6	525091,09	87515,18		
Nematicidas	3	878942,96	292980,99	13,58	0,00
Culturas*nematicidas	6	1046582,15	174430,36	8,08	5 0.0000
Erro 2	27	582527,30	21575,09		
Total corrigido	47	4685709,58			
CV culturas (%)	12,65				
CV nematicidas (%)	6,28				
Média geral	2337,75				

**Apêndice P - Análise de variâncias (ANOVA) da variável massa de mil grãos da soja.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	0,50	0,17	0,87	0,51
Culturas	2	6,70	3,35	17,57	0,00
Erro 1	6	1,14	0,19		
Nematicidas	3	0,21	0,07	0,41	0,75
Culturas*nematicidas	6	10,84	1,81	10,69	0,00
Erro 2	27	4,56	0,17		
Total corrigido	47	23,95			
CV culturas (%)	2,95				
CV nematicidas (%)	2,78				
Média geral	14,79				

**Apêndice Q - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de *P. brachyurus* nas raízes da soja aos 60 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	14,94	4,98	9,69	0,01
Culturas	2	20,48	10,24	19,93	0,00
Erro 1	6	3,08	0,51		
Nematicidas	3	0,42	0,14	0,09	0,97
Culturas*nematicidas	6	13,26	2,21	1,38	0,26
Erro 2	27	43,41	1,61		
Total corrigido	47	95,59			
CV culturas (%)	14,64				
CV nematicidas (%)	25,90				
Média geral	4,89				

**Apêndice R - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de ovos de *P. brachyurus* nas raízes da soja aos 60 DAE.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	2,65	0,88	2,99	0,12
Culturas	2	12,03	6,02	20,33	0,00
Erro 1	6	1,78	0,30		
Nematicidas	3	2,55	0,85	0,88	0,46
Culturas*nematicidas	6	6,46	1,08	1,11	0,38
Erro 2	27	26,12	0,97		
Total corrigido	47	51,59			
CV culturas (%)	11,85				
CV nematicidas (%)	21,41				
Média geral	4,59				

**Apêndice S - Análise de variâncias (ANOVA) da variável população final de *M. javanica* no ensaio de reação das cultivares de soja.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Cultivar	44	91568378310,00	2081099510,00	4,39	0,00
Erro	135	64048483650,00	474433212,25		
Total corrigido	179	155616862000,00			
CV (%)	28,22				
Média Geral	77189,16				

**Apêndice T - Análise de variâncias (ANOVA) da variável fator de reprodução de *M. javanica* no ensaio de reação das cultivares de soja.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Cultivar	44	3644,08	82,82	4,37	0,00
Erro	135	2560,25	18,96		
Total corrigido	179	6204,33			
CV (%)	28,21				
Média Geral	15,44				

**Apêndice U - Análise de variâncias (ANOVA) da variável índice de galhas de *M. javanica* no ensaio de reação das cultivares de soja.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Cultivar	44	35,31	0,80	8,33	0,00
Erro	135	13,00	0,10		
Total corrigido	179	48,31			
CV (%)	6,44				
Média Geral	4,82				

**Apêndice V - Análise de variâncias (ANOVA) da variável densidade de *M.javanica* nas raízes no ensaio de reação das cultivares de soja.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Cultivar	44	20118200620,00	457231832,18	4,36	0,00
Erro	135	14144399320,00	104773328,36		
Total corrigido	179	34262599940,00			
CV (%)	42,07				
Média Geral	24330,87				

**Apêndice W - Análise de variâncias (ANOVA) da variável massa fresca de raiz no ensaio de reação das cultivares de soja.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Cultivar	44	278,78	6,34	5,53	0,00
Erro	135	154,75	1,15		
Total corrigido	179	433,53			
CV (%)	29,42				
Média Geral	3,64				

**Apêndice X - Análise de variâncias (ANOVA) da variável população final de *M. javanica* nas raízes no ensaio de reação das culturas de cobertura.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Culturas	6	32521040820,00	5420173470,00	219,01	0,00
Erro	34	841435475,83	24748102,23		
Total corrigido	40	33362476290,00			
CV (%)	47,08				
Média geral	10566,95				

**Apêndice Y - Análise de variâncias (ANOVA) da variável fator de reprodução de *M. javanica* nas raízes no ensaio de reação das culturas de cobertura.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Culturas	6	1300,99	216,83	219,32	0,00
Erro	34	33,61	0,99		
Total corrigido	40	1334,60			
CV (%)	47,06				
Média geral	2,11				

**Apêndice Z - Análise química e física do solo da área onde foi realizado o ensaio a campo em Júlio de Castilhos.**

Análise Química do solo								
pH água	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP
----- cmolc/dm <sup>3</sup> -----						Al	Bases	
5,8	2,1	0,6	0	1,6	2,9	0,0	64,3	6,9
% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	C Total	K	CTC pH7	K
0,6	14,0	4,0	-	113,0	-	0,133	4,5	52,0
Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações Molares		
----- mg/dm <sup>3</sup> -----						Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	K(Ca+Mg) <sup>1/2</sup>
0,6	1,4	0,3	-	-	-	3,4	20,84	0,08
Análise Física								
Areia	Silte	Argila	Tipo de solo Zon. Agrícola - MAPA			Classe Textural SBCS		
89,2	2,1	8,8	Sem Tipo Definido			Areia Franca		