

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

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO  
CONTROLE DE FITONEMATÓIDES EM SOJA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Gerson Dalla Corte**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2013**

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO  
CONTROLE DE FITONEMATÓIDES EM SOJA**

**Gerson Dalla Corte**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Agrícola**

**Orientador: Prof. Ricardo Silveiro Balardin**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2013**

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

Corte, Gerson Dalla  
Tecnologia de aplicação de agrotóxicos no controle de  
fitonematóides em soja / Gerson Dalla Corte.-2013.  
61 p.; 30cm

Orientador: Ricardo Silveiro Balardin  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2013

1. Glycine max 2. Pratylenchus brachyurus 3.  
Meloydogyne javanica 4. Controle químico 5. Tratamento de  
semente. Sulco. I. Balardin, Ricardo Silveiro II. Título.

---

© 2013

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

E-mail:gerson.agro@gmail.com

---

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO CONTROLE DE  
FITONEMATÓIDES EM SOJA**

Elaborada por  
**Gerson Dalla Corte**

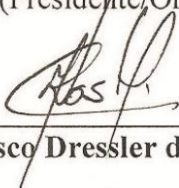
como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Agrícola**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**



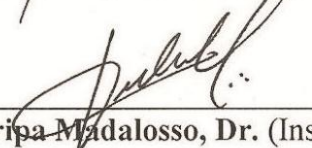
---

**Ricardo Silveiro Balardin, PhD. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)



---

**Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr. (UFSM)**



---

**Marcelo Gripa Madalosso, Dr. (Instituto Phytus)**

Santa Maria, 01 de março de 2013.

## **DEDICO**

Aos meus pais Gelcir e Salete e à minha irmã Juliana  
pelo amor, exemplos e apoio incondicional.  
À minha namorada Lígia pelo companheirismo,  
convivência e motivação nos momentos difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela oportunidade de realização deste curso e aperfeiçoamento profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa.

Ao professor Ricardo Balardin pela oportunidade, orientação, ensinamentos e confiança.

À Clarice Rubin Balardin pela disponibilidade da estrutura e recursos que viabilizaram a realização dos experimentos.

Ao meu pai Gelcir Dalla Corte, minha mãe Salete Meneghel Dalla Corte, minha irmã Juliana Meneghel Dalla Corte e demais familiares pela educação, ensinamentos, amor, companheirismo, apoio e que sempre foram meus exemplos de vida e minha motivação para seguir em frente e superar os desafios.

Agradecimento especial aos colegas Carol Gulart, Felipe Frigo, Marlon Stefanello, Juliano Perlin e Juliano Uebel pelo convívio, companheirismo e valiosa ajuda na realização do trabalho.

Aos colegas do Instituto Phytus André Ebone, Carla Siqueira, Diego Dalla Favera, Fabiano Arbugeri, Francis Maffini, Heraldo Cezar, Leandro Marques, Lucas Foggiato, Marcelo Madalosso, Mônica Debortoli, Nédio Rodrigo Tormen, Pablo Serafini, Paulo Sérgio Santos, Rafael Gai e Simone Minuzzi pela amizade e contribuição ao trabalho.

Aos amigos Daniel Debona, Lucas Domingues, Jonas Arnemann e Giuvan Lenz com os quais tive o prazer de conviver.

Aos funcionários do Instituto Phytus Andressa Lopes, Antão dos Santos, Eduardo Lopes e Vani Nascimento pela amizade e convivência.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola e dos Cursos de Agronomia e Economia da UFSM pelos inúmeros ensinamentos.

Aos membros da banca avaliadora pela disponibilidade, sugestões e contribuições para melhoria do trabalho.

A todos aqueles não listados e que de alguma maneira contribuíram para que eu chegasse até aqui, o meu muito obrigado.

**“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento.”**

(Frederick Herzberg)

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Santa Maria

### TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO CONTROLE DE FITONEMATÓIDES EM SOJA

AUTOR: Gerson Dalla Corte  
ORIENTADOR: Ricardo Silveiro Balardin  
Local e Data: Santa Maria/RS, 01 de março de 2013.

O cultivo da soja (*Glycine max*) possui grande importância no cenário econômico brasileiro. Contudo, a produção sofre diversos riscos fitossanitários, com destaque à interferência de plantas daninhas e ação deletéria de pragas, doenças e mais recentemente dos fitonematóides. Dentre as principais espécies de nematóides ocorrentes em campos de produção de soja, destacam-se o *Pratylenchus brachyurus*, *Heterodera glycines* e *Meloidogyne javanica*. Dada à escassez de alternativas de controle dos nematóides em soja, fazem-se necessários trabalhos que avaliem novas tecnologias e que possibilitem a mitigação dos danos à cultura. Com isso, este trabalho buscou avaliar o efeito de sistemas de aplicação e diferentes tratamentos químicos no controle de *P. brachyurus* e *M. javanica* na cultura da soja. Para tal, foram conduzidos três experimentos, sendo um deles em condição de campo e dois em ambiente controlado, durante a safra agrícola 2011/2012. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, onde nas parcelas principais foram alocados três sistemas de aplicação: 1 - tratamento de sementes, 2 - aplicação no sulco + tratamento de sementes (duas vezes a dose) e 3 - aplicação no sulco. As subparcelas foram constituídas de diferentes tratamentos químicos: 1 - Testemunha; 2 - Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 3 - Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>). As variáveis analisadas no experimento de campo foram: número de plantas emergidas, altura de plantas e população de fitonematóides no sistema radicular. Nos experimentos conduzidos em ambiente controlado os parâmetros avaliados foram altura de plantas, área foliar, massa fresca e massa seca de parte aérea, massa fresca de raízes, altura de plantas, população de fitonematóides no sistema radicular das plantas. Os resultados mostraram que a associação TS + Sulco promoveu maior controle de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica*. A associação de TS + Sulco resultou em maior eficácia e efeito residual dos produtos, especialmente aos tratamentos abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol e imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram. A tecnologia de aplicação via sulco foi mais efetiva quando comparada ao TS para o tratamento abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol no controle de *Meloidogyne javanica*. O tratamento com abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol promoveu maiores níveis de controle, com benefícios expressivos no desenvolvimento das plantas. A resposta da tecnologia de aplicação dependeu das características dos produtos e do nematóide analisado.

**Palavras-chaves:** *Glycine max*. *Pratylenchus brachyurus*. *Meloidogyne javanica*. Controle químico. Tratamento de semente. Sulco.



## ABSTRACT

Master Dissertation  
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Santa Maria

### APPLICATION TECHNOLOGY OF PESTICIDES IN THE CONTROL OF SOYBEAN NEMATODES

AUTHOR: Gerson Dalla Corte  
ADVISOR: Ricardo Silveiro Balardin  
Local and Date: Santa Maria, March 1<sup>st</sup>, 2013

The soybean crop (*Glycine max*) has great importance to the Brazilian economy. However, the production suffers various risks, especially to weed interference and deleterious effects of pests, diseases and recently nematodes. Among the main species found in soybean fields, the most important are *Pratylenchus brachyurus*, *Heterodera glycines* and *Meloydogyne javanica*. Due the lack of alternatives to nematodes control in soybean, more studies are required to evaluate technologies that enable to reduce yield loss from nematodes. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of different application systems and chemical treatments for *P. brachyurus* and *M. javanica* control in soybean. For that, three experiments were carried out, one in field condition and two in controlled condition (greenhouses), during the growing season 2011/2012. The experimental design was a randomized block with split plot, where the main plots were allocated three application systems: 1 - seed treatment (ST), 2 - in-furrow application + seed treatment (twice the rate) and 3 - in-furrow application. The subplots were composed of different chemical treatments: 1 - Check, 2 - Avicta Completo (abamectin + thiamethoxam + fludioxonil + metalaxyl-M + thiabendazole - 30 + 42 + 1.5 + 1.2 + 9 g a.i. ha<sup>-1</sup>); 3 - Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + carbendazim + thiram thiodicarb - 63 + 189 + 18 + 42 g a.i. ha<sup>-1</sup>); 4 - Top Standak (fipronil + thiophanate-methyl + pyraclostrobin - 30 + 27 + 3 g a.i. ha<sup>-1</sup>); 5 - Furadan 350 + FS Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + thiram - 420 + 18 + 42 g a.i. ha<sup>-1</sup>). It was analyzed in the field experiment number of emerged plants, plant height and population of nematodes in the roots. In the experiments conducted inside the greenhouses were assessed plant height, leaf area, fresh and dry weight of shoot, fresh weight of roots, plant height, population of nematodes in the plants roots. The results showed that the combination ST + furrow application provided higher control of *P. brachyurus* and *M. javanica*. The association of ST + Furrow resulted in higher efficacy and residual period, especially to abamectin + thiamethoxam + fludioxonil + metalaxyl-M + thiabendazole and thiodicarb imidacloprid + carbendazim + thiram. The furrow application was more effective when compared to ST for abamectin + thiamethoxam + fludioxonil + metalaxyl-M + thiabendazole, considering the control of *M. javanica*. The treatment with abamectin + thiamethoxam + fludioxonil + metalaxyl-M + thiabendazole resulted in higher levels of control, with consistent benefits in plant development. The response of spray technology was dependent of the product characteristics and nematodes.

**Key words:** *Glycine max*. *Pratylenchus brachyurus*. *Meloydogyne javanica*. Chemical control. Seed treatment. In-furrow.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Semeadora Imasa PHS 63 com sistema adaptado para aplicação de produtos líquidos no sulco de semeadura. Visão geral da semeadora acoplada ao trator Marca Landini, Modelo Montana 45 (A). Mangueira acoplada na haste sulcadora (B). Detalhe do jato de pulverização dentro do sulco de semeadura (C). Santa Maria, UFSM, 2012. ....26
- Figura 2- Detalhamento da aplicação dos tratamentos no sulco de semeadura em vasos. Jato de pulverização durante a aplicação no sulco a 7 cm de profundidade (A). Remanejo do sulco para 3 cm de profundidade (B). Deposição das sementes no sulco (C). Detalhes da semente tratada, dentro do sulco de semeadura (D). Santa Maria, UFSM, 2012. ....30
- Figura 3- Detalhamento da metodologia de instalação do ensaio em rizotron. Jato de pulverização durante a aplicação no sulco a 7 cm de profundidade (A). Deposição das sementes no sulco (B). Visão geral dos rizotrons já com as plantas emergidas e com sistema de fertirrigação instalado (C). Santa Maria, UFSM, 2012..... 31
- Figura 4- Etapas do processo de inoculação de *Meloidogyne* sp. em plantas de soja. Raízes de soja atacadas, usadas na obtenção do inoculo (A). Orifícios feitos próximos a base da planta para deposição do inoculo (B). Inoculação com auxílio de um pipetador (C) e (D). Santa Maria, UFSM, 2012. ....32

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Sistemas de aplicação, tratamentos químicos (produto comercial), princípios ativos e doses dos produtos avaliados para o controle de fitonematóides da soja em nível de campo. Santa Maria, UFSM, 2012. .... 24
- Tabela 2. Sistemas de aplicação, tratamentos químicos (produto comercial), princípios ativos e doses dos produtos avaliados para o controle de fitonematóides da soja nos experimento conduzidos em vasos e rizotrons. Santa Maria, UFSM, 2012. .... 29
- Tabela 3. Nível populacional de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* em 5 g de raízes de soja conduzidas em condições de campo aos 30 DAE em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012. .... 37
- Tabela 4. Nível populacional de *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne javanica* e *Helicotylenchus* sp. em 5 g de raízes de soja conduzidas em condições de campo aos 90 DAE em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012. .... 39
- Tabela 5. Altura (cm) de plantas de soja conduzidas em vasos aos 8, 15, 22, 30 e 60 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012. .... 412
- Tabela 6. Altura (cm) de plantas de soja conduzidas em rizotrons aos 8, 15 e 22, 30 e 60 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012. .... 44
- Tabela 7. Índice de área foliar ( $\text{cm}^2 \cdot \text{planta}^{-1}$ ) de plantas de soja conduzidas em vasos aos 15, 30 e 60 (DAE) e em rizotrons aos 60 DAE em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012. .... 446
- Tabela 8. Massa fresca da parte aérea (g/planta) de plantas de soja conduzidas em vasos aos 15, 30 e 60 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012. .... 47
- Tabela 9. Massa seca da parte aérea (g/planta) de plantas de soja conduzidas em vasos aos 15, 30 e 60 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012. .... 49
- Tabela 10. Massa fresca e massa seca da parte aérea (g/planta) de plantas de soja conduzidas em rizotron aos 60 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012. .... 50
- Tabela 11. Massa fresca de raiz (g/planta) de plantas de soja conduzidas em vasos aos 15 e 30 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012. .... 51

Tabela 12. Nível populacional de <i>Meloidogyne javanica</i> em 5 g de raízes de soja conduzidas em vasos aos 30 e 60 DAE em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012. ....	52
Tabela 13. Nível populacional de <i>Pratylenchus brachyurus</i> e <i>Meloidogyne javanica</i> em 5 g de raízes de soja conduzidas em rizotrons aos 60 DAE em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012. ....	53

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
<b>2.1 Panorama econômico da soja</b> .....	15
<b>2.2 Nematóides da soja</b> .....	16
<b>2.3 Manejo de nematóides</b> .....	19
<b>2.4 Controle químico e tecnologia de aplicação de nematicidas</b> .....	20
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
<b>3.1 Experimento 1 – Experimento de campo</b> .....	23
3.1.1 Localização do experimento e caracterização da área.....	23
3.1.2 Delineamento experimental e tratamentos .....	23
3.1.3 Aplicação dos tratamentos e semeadura.....	24
3.1.4 Variáveis Experimentais.....	26
3.1.4.1 Número de plantas emergidas.....	27
3.1.4.2 Altura de plantas.....	27
3.1.4.3 População de fitonematóides no sistema radicular.....	27
<b>3.2 Experimentos 2 e 3 – Vasos e Rizotrons</b> .....	28
3.2.1 Delineamento experimental e tratamentos .....	29
3.2.2 Aplicação dos tratamentos.....	30
3.2.3 Inoculação de <i>Meloidogyne javanica</i> .....	31
3.2.4 Variáveis experimentais .....	32
3.2.4.1 Altura de plantas.....	33
3.2.4.2 Área Foliar (AF).....	33
3.2.4.3 Massa fresca e massa seca de parte aérea.....	33
3.2.4.3 Massa fresca de raiz.....	34
3.2.4.4 População de fitonematóides no sistema radicular.....	34
<b>3.3 Análise estatística</b> .....	35
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	36
<b>4.1 Experimento de campo</b> .....	36
<b>4.2 Experimentos em vasos e rizotron</b> .....	41
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	55
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	56

# 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merr.) é a cultura mais importante dentro do agronegócio brasileiro, sendo cultivada na grande maioria dos estados. O Brasil é o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de grãos de soja, sendo esta uma das principais culturas de exportação do país. Nos últimos anos, a produtividade da soja tem apresentado níveis crescentes, no entanto muitos fatores ainda são considerados restritivos para níveis mais elevados de produtividade, como os problemas recorrentes da extensa gama de pragas, plantas daninhas e agentes patogênicos que afetam a cultura, entre estes, os nematóides fitopatogênicos, que têm crescido em escala preocupante nos últimos anos.

Os nematóides são vermes de tamanho microscópico, no geral não visíveis a olho nu, que parasitam as raízes das plantas. Podem causar danos consideráveis a cultura da soja, desde a queda acentuada na produção até a morte das plantas dependendo da espécie e o nível populacional da praga. No Brasil, as espécies de nematóide do gênero *Pratylenchus* sp. e *Meloidogyne* sp., conhecidas como "nematóides das lesões radiculares" e "nematóides de galhas" respectivamente, figuram entre as espécies mais importantes como causadoras de danos nas lavouras de soja no país.

O uso do plantio direto associado ao monocultivo está aumentando o problema de nematóides em soja, principalmente pela formação de uma camada compactada na profundidade de 5 a 15 cm, que limita o desenvolvimento radicular da cultura em profundidade e faz com que as raízes se concentrem na superfície, local onde a maioria dos nematóides está localizada.

Atualmente, são poucas as estratégias de controle de nematóides que têm mostrados resultados satisfatórios. A resistência genética poderia ser a alternativa mais eficiente, no entanto a baixa disponibilidade de materiais com bons níveis de resistência, associado ao baixo potencial produtivo dessas cultivares, torna o uso das mesmas pouco atrativo aos produtores, que preferem materiais mais produtivos mesmo que os níveis populacionais de nematóides nas áreas aumentem ano após ano de cultivo, chegando a ponto de inviabilizar tecnicamente a cultura em alguns locais. A rotação de cultura com a utilização de culturas "iscas" ou antagonistas, mesmo com bom potencial para algumas espécies, ainda tem sido adotada de maneira discreta em pontos regionalizados. Nesse sentido, uma das medidas

possíveis para a redução populacional de fitonematóides em uma área infestada é o controle químico.

O uso de agroquímicos para o controle de nematóides tem sido feito principalmente via tratamento de sementes. No entanto, o período de proteção é curto (até 30 dias após a emergência da soja na grande maioria dos casos) e isso se deve a sua distribuição concentrada na região onde a semente é depositada, assim como pela reduzida dose de ingrediente ativo por unidade de área possível de ser veiculado pela semente sem causar prejuízos de seletividade à cultura. Além do tratamento de sementes, o controle de nematóides pode ser feito pelo uso da aplicação de defensivos líquidos no sulco de semeadura, o que em partes poderia minimizar os problemas citados anteriormente inerentes ao tratamento de sementes. Entretanto, esta técnica ainda é pouco difundida no Brasil para a cultura da soja, consequentemente não existem muitos trabalhos mostrando resultados que comprovem a sua eficácia.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes sistemas de aplicação (tratamento de sementes, sulco de semeadura e associação dos dois métodos) e tratamentos químicos (inseticidas/nematicidas) no controle de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloydogine javanica* e desenvolvimento da cultura da soja em condição de campo e ambiente controlado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Panorama econômico da soja

A soja é a mais importante oleaginosa cultivada em todo o mundo, contribuindo para o suprimento da demanda mundial de óleos vegetais e proteínas para a produção de carnes (EMBRAPA, 2001). A produção mundial em 2010 foi de aproximadamente 261 milhões de toneladas em uma área de 102 milhões de ha, sendo que o Brasil se destaca como segundo maior produtor com 26% desse total e produtividade média na ordem de 2.655 kg ha<sup>-1</sup> (FAOSAT, 2012).

O Brasil é auto-suficiente na produção de soja, abastecendo o mercado interno e exportando o excedente. A soja é responsável por quase metade das receitas com exportação do Brasil na forma de grãos, farelo e óleo. A indústria nacional transforma, por ano, cerca de 30,7 milhões de toneladas de soja, produzindo 5,8 milhões de toneladas de óleo comestível e 23,5 milhões de toneladas de farelo proteico (MAPA, 2012). A produção brasileira na safra 2011/2012 foi 66 milhões de toneladas, produzidos em uma área de aproximadamente 25 milhões de hectares. A região Centro-Oeste foi responsável por 52% da produção, seguida pela Região Sul com 28%, Nordeste com 9%, Sudeste com 7% e Norte com 3% do total produzido (CONAB, 2012).

O Estado do Rio Grande do Sul aparece como 3º lugar em termos de área semeada e produção, ficando atrás do Mato Grosso e Paraná. Na safra 2011/2012 foram colhidos no Rio Grande do Sul cerca de 6,5 milhões de toneladas de soja, uma redução de 43,8% (5,09 milhões de toneladas) em relação à safra anterior, devido ao período de seca prolongado causado pelo fenômeno La Nina, durante praticamente todo o ciclo da cultura (CONAB, 2012).

Projeções apontam um aumento de produção de soja entre os paralelos 20° S e 20° N. No entanto, se for observado o potencial dessa faixa no mundo, a possibilidade de expansão produtiva dessa oleaginosa está quase toda no Brasil, em termos topográficos, meteorológicos, de disponibilidade de terras e tecnológicos (EMBRAPA, 2001). As estimativas realizadas até 2020/2021 dão conta que a área total plantada com lavouras de grãos deve passar de 62 milhões de ha em 2011 para 68 milhões em 2021. Um acréscimo de



6,0 milhões de ha, sendo que 5,3 milhões são destinados para a soja, que deve ocorrer pela incorporação de áreas novas e também pela substituição de outras lavouras. Além disso, o aumento de produção projetado decorre não só por aumento da área, mas por meio de ganhos de produtividade (MAPA, 2012).

## 2.2 Nematóides da soja

Os problemas fitossanitários estão entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja, destacando-se os nematóides como patógenos responsáveis por prejuízos crescentes (ALMEIDA et al., 2005). Os gêneros de maior importância e interesse econômico para a soja são os nematóides de galha (*Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita*), o nematóide do cisto da soja (*Heterodera glycines*), o nematóide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e o nematóide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) (FERRAZ, 2001).

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* sp. representam um dos principais problemas para a cultura (NUNES et al., 2010). Possuem ampla distribuição geográfica e têm sido constatados com maior frequência no norte do Rio Grande do Sul, sudoeste e norte do Paraná, sul e norte de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro. Na região Central do Brasil, o problema é crescente, com severos danos em lavouras do Mato Grosso do Sul e Goiás (EMBRAPA, 2003).

Os sintomas nas plantas infectadas por nematóide de galhas são caracterizadas por uma deformação do sistema radicular devido à formação de estruturas denominadas galhas. A infecção das raízes é causada por juvenis de segundo estágio (J2), que penetram mecanicamente a epiderme das raízes e movem-se pelos espaços intercelulares, iniciando uma relação de alimentação especializada com a planta (AGRIOS, 2005). Caso o parasitismo se manter favorável, eles se diferenciam em fêmeas que adquirem formato de pera, tornando-se sedentárias, e se alimentam do conteúdo citoplasmático das células gigantes multinucleadas que começaram a ser induzidas quando o nematoide ainda estava no estágio J2. Já os machos permanecem vermiformes e deixam a raiz. O nematóide exsuda substâncias do seu estilete nas células da planta, que induzem à divisão excessiva dos núcleos, resultando na hiperplasia e hipertrofia das células, com a formação de galhas (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005). Essas estruturas interrompem os vasos condutores reduzindo a capacidade de absorção

e translocação de água e nutrientes refletindo em redução da área foliar, desfolha prematura, deficiência mineral além de predispor a planta a estresses ambientais (TIHOHOD, 2000).

O ciclo de vida inicia-se a partir da eclosão do ovo, normalmente no estágio unicelular, depositado pela fêmea que se encontra no interior da raiz. Nesse estágio as fêmeas são brancacentas, brilhantes e globosas, apresentando corpo obeso, aberrante, que lembra um saco arredondado. As fêmeas produzem sob condições favoráveis, em média, 400 a 500 ovos, ao longo de um período variável de quatro a seis semanas (TIHOHOD, 2000).

O ciclo de vida do nematóide de galha completa-se normalmente em torno de 22 a 30 dias, sendo a temperatura do solo o fator que exerce maior influência nessa velocidade. Para as espécies *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, as temperaturas ótimas estão entre 25 e 30° C. Acima de 40° C ou abaixo de 5° C, porém, qualquer espécie reduz as suas atividades vitais, podendo cessá-las por completo (FERRAZ, 2001).

Na lavoura os sintomas são descritos como reboleiras circulares de plantas de soja enfezadas e amareladas, os quais muitas vezes são confundidos com sintomas de deficiência nutricional, estresse hídrico e compactação de solo. Algumas vezes não ocorre redução do tamanho das plantas, no entanto, observa-se intenso abortamento de vagens durante o florescimento e amadurecimento prematuro das plantas (DIAS, 2010). Quando favorecido pelas condições edafoclimáticas, o nematóide de galhas pode causar perdas consideráveis à produção, apresentando decréscimo de produtividade em soja na ordem de 30% (VALIENTE et al., 1990; ARAÚJO et al., 2012).

No interior das galhas é possível observar fêmeas adultas de nematóide que efetuam a postura de centenas de ovos, que são liberados em uma matriz gelatinosa para fora do corpo. Devido ao alto potencial de crescimento da população, esses nematóides são considerados danosos a baixas densidades iniciais (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005).

Outra espécie que tem sido encontrada com frequência em lavouras de soja, feijão, algodão e milho é o *Pratylenchus brachyurus*. As espécies de nematoides do gênero *Pratylenchus* são parasitas obrigatórios, habitantes do solo e podem ser encontrados em todas as regiões agriculturáveis do planeta.

Este nematóide tem causado danos elevados e crescentes, além de perdas econômicas extremamente preocupantes em várias regiões do Brasil, especialmente na Região Centro-Oeste (RIBEIRO et al., 2007; ALVES et al., 2011). Nessa região, há relatos de reduções de até 30 a 50% na produção de soja em lavouras comerciais infestadas por *Pratylenchus brachyurus* (GOULART, 2008).

Nematóides desse gênero são organismos móveis no solo e no interior das raízes da planta hospedeira devido ao seu hábito migrador. Tem a capacidade de infectar raízes a partir da fase juvenil de segundo estágio (J2). Ao penetrar e migrar para o interior das raízes da planta hospedeira, o nematóide das lesões radiculares alimenta-se do conteúdo citoplasmático das células da raiz, geralmente do córtex e movimenta-se ativamente, destruindo células e liberando enzimas e toxinas (AGRIOS, 2005). Ao contrário da grande maioria de espécies de fitonematóides de importância econômica como *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne* spp. e *Heterodera glycines*, não há formação de sítio permanente de alimentação. ). É comum as espécies completarem todo o seu ciclo dentro da raiz, mas quando ela não oferece mais condições favoráveis, geralmente por excessiva densidade populacional que resulta em escassez de alimento, o nematoide precisa buscar o solo e procurar novas raízes (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1997). Na ausência de hospedeiros, possui baixa capacidade de sobrevivência (menos de 6 meses) (STIRLING, 1991).

Os sintomas decorrentes dessa infecção caracterizam-se por lesões escuras, destruição das raízes jovens, com conseqüente redução da elongação e volume do sistema radicular. Com a evolução dos sintomas no sistema radicular, inicia-se a redução do desenvolvimento da parte aérea das plantas resultantes de desordem e mal funcionamento dos processos de crescimento de raízes e exploração do solo para obtenção de água e nutrientes (DIAS et al., 2006). Fatores climáticos e outros problemas sanitários comumente agravam os efeitos de sua infecção (FERRAZ, 1995).

A migração ativa no solo ocorre somente quando a umidade, a textura e a temperatura do solo são favoráveis. Segundo Dias (2010) os aumentos de ocorrência deste nematóide estão associados à adoção do sistema de plantio direto e a incorporação de áreas com solos de textura arenosa. No sistema de plantio direto, a permanência da palha sobre a superfície do solo mantém a umidade mais elevada, característica necessária para muitos processos no ciclo de vida de *Pratylenchus* sp., favorecendo o aumento populacional (FERNANDES, 1997). Além disso, ocorre maior disponibilidade de alimento para o nematoide, pois as culturas de cobertura podem ser hospedeiras do nematoide.

### 2.3 Manejo de nematóides

A erradicação de nematóides em área infestada é extremamente difícil e deve-se optar para a utilização de medidas que combinadas possibilitem a manutenção das populações em níveis de convivência econômica com esses organismos (KOENNING et al., 2004). Entre as estratégias de manejo integrado consideradas mais promissoras, podem ser citadas a rotação ou sucessão de culturas com espécies não hospedeiras, a utilização de cultivares resistentes ou tolerantes e o tratamento químico (ARAÚJO et al., 2012).

A rotação ou sucessão com culturas não hospedeiras são aparentemente os métodos mais promissores de manejo, pois impede a reprodução dos nematóides e permite que fatores naturais de mortalidade reduzam sua população (XING; WESTPHAL, 2009). Esta estratégia, no entanto têm seu uso limitado, pois existem poucas opções de culturas para essa finalidade (DIAS, 2010). A busca por espécies não hospedeiras também deve considerar o aproveitamento econômico ou outros benefícios adicionais, como a melhoria da qualidade do solo (plantas de cobertura e adubos verdes) (GOULART, 2008). Nesse sentido, a maioria dos genótipos de soja, feijão, algodão, milho, sorgo, gramíneas forrageiras, além de muitos genótipos de girassol e de milheto são bons reprodutores de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. (CAMPOS; ROCHA, 1999; GOULART, 2008). Algumas espécies podem ser indicadas para esta prática, como a *Crotalaria* spp., mucuna preta, mucuna cinza, nabo forrageiro ou guandu e algumas variedades de milheto (CHARCHAR; ARAGÃO, 2003; INOMOTO et al., 2006).

A resistência genética é a habilidade da planta em inibir a reprodução da espécie do nematóide, considerado o método de controle mais econômico e de melhor aceitação pelo produtor (RITZINGER; FANCELLI, 2006). Entretanto, a baixa disponibilidade de materiais resistentes a nematóides, associado ao baixo potencial produtivo dessas cultivares e/ou adaptabilidade restrita a algumas regiões produtoras, torna o uso das mesmas pouco difundida. No caso do *Pratylenchus brachyurus*, como sua infecção não forma nenhuma célula especializada de alimentação, como ocorre com o nematóide de galhas, as chances de se encontrar fontes de resistência são menores (DIAS, 2010). Além disso, o uso prolongado de cultivares resistentes pode, ainda, levar à seleção de populações que superem essa resistência (NIBLACK et al., 2008).

Como consequência da utilização restrita de rotação de culturas e de cultivares resistentes, o controle químico, em muitos casos, constitui-se de maior aplicabilidade prática,

principalmente visando uma resposta rápida para redução populacional abaixo do nível de dano (BESSI et al., 2010).

#### **2.4 Controle químico e tecnologia de aplicação de nematicidas**

O manejo químico de nematóides pode ser feito com o uso de nematicidas no tratamento de sementes (MONFORT et al., 2006; CABRERA et al., 2009) ou em aplicação no sulco de semeadura (NOVARETTI; REIS, 2009), embora na cultura da soja esta técnica ainda seja pouco difundida. Dentre os produtos utilizados como nematicidas, encontram-se disponíveis a abamectina e o tiodicarbe, registrados para o uso na cultura da soja. O carbofurano, embora não tenha registro como nematicida em soja, em alguns trabalhos tem demonstrado o potencial do produto para esse fim em outras culturas (THIES et al., 1992; NOVARETTI; REIS, 2009; STEFEN et al., 2011).

O tratamento de sementes tem sido largamente empregado para o controle de pragas e patógenos na cultura da soja em praticamente todas as regiões onde a oleaginosa é cultivada no país. Mais recentemente, alguns ativos têm sido incorporados aos produtos convencionais utilizados para tratamento de sementes com potencial de controle de nematóides. Resultados expostos por Cabrera et al. (2009) mostram que a abamectina aplicado em doses relativamente baixas no tratamento de sementes reduziu em 80% a formação de galhas por *Meloidogyne incógnita* em plantas de algodão (0,1 mg i.a. sementes<sup>-1</sup>) e a penetração de *Pratylenchus zea* em milho (1 mg i.a. sementes<sup>-1</sup>) avaliadas aos 28 e 14 dias após o plantio, respectivamente, mas sem efeito sobre o crescimento da planta. Kubo et al. (2012) evidenciaram significativa redução da penetração e população total de *Rotylenchulus reniformis* aos 22 e 44 dias após a inoculação, respectivamente, utilizando tiametoxam + abamectina; tiodicarbe + imidacloprido; tiodicarbe + imidacloprido + clothianidina e tiodicarbe em sementes de algodão. Stefen et al. (2011) relatam que a abamectina nas doses 60 e 90 mL do P.C. 100 kg<sup>-1</sup> de semente foram eficientes em reduzir significativamente o número de *Meloidogyne graminicola* de segundo, terceiro e quarto estádios e a formação de galhas nas raízes do arroz irrigado. O tratamento das sementes com carbofurano também foi eficiente no controle do nematóide das galhas, no entanto seu uso promoveu fitotoxicidade às plantas.

Segundo Cabrera et al. (2009) o nematicida aplicado via tratamento de sementes é uma alternativa atraente ao manejo de nematóides, devido ao custo relativamente baixo, podendo garantir uniformidade de estande em áreas cuja presença de pragas e patógenos é limitante ao estabelecimento da cultura. No entanto, o produto tem distribuição restrita às proximidades das sementes, tendo efeito apenas no estabelecimento inicial, o que muitas vezes pode não ser suficiente para garantir o bom desenvolvimento da cultura durante todo o ciclo. Os autores Faske; Starr (2007) mostram que a supressão de *Meloidogyne incógnita* pelo tratamento de sementes de algodão com abamectina foi efetiva apenas aos 14 dias após o plantio, sem efeito significativo entre sementes tratadas e não tratadas aos 21 e 35 dias após o plantio. Monfort et al. (2006) também mostram uma redução no índice de galhas nas raízes de algodão com uso de abamectina no tratamento de sementes (doses de 10, 50, 75 e 100 g de abamectina 100 Kg<sup>-1</sup> de semente) em relação às sementes não tratadas avaliadas aos 45 dias após o plantio em casa de vegetação. No entanto, em condições de campo o índice de galhas nas raízes foi semelhante entre os tratamentos (doses de 0, 10, 50, 75 e 100 g de abamectina 100 Kg<sup>-1</sup> de semente) aos 30 dias após o plantio, assim como no momento da colheita, sem efeito na produtividade de algodão. Resultados semelhantes são expostos por Vitti (2009), que não obteve redução na população de *Pratylenchus brachyurus* com o tratamento de sementes de soja com abamectina até a dose de 75 g ingrediente ativo 100 kg<sup>-1</sup> de sementes em condições de campo e em casa de vegetação. Nesse sentido, a aplicação de defensivos na forma líquida em sulco de semeadura pode ser uma alternativa de controle químico, uma vez que permite melhor distribuição do produto no sulco, além de permitir a aplicação de uma dose maior sem prejuízo na seletividade (fitotoxicidade).

No Brasil, trabalhos utilizando nematicidas em sulco de semeadura e/ou plantio vêm sendo desenvolvidos em diferentes culturas. Para a cultura da cana-de-açúcar, diversos estudos nos quais se aplicaram nematicidas no sulco de plantio, confirmaram a contribuição destes produtos para reduzir o nível populacional em solos infestados por nematóides e aumentar a produtividade agrícola da cultura (NOVARETTI et al., 1998; MIRANDA, 2000; MIRANDA; GARCIA, 2002; NOVARETTI; REIS, 2009). O tratamento de solo com o nematicida carbofurano e terbufos apresentou bons resultados no controle de *Meloidogyne incógnita* e *Pratylenchus zaeae* no cultivo da cana-de-açúcar em condições de campo naturalmente infestado (NOVARETTI et al., 1998; MIRANDA, 2000). Miranda; Garcia (2002) também relatam que parcelas tratadas com aldicarbe ou carbofurano apresentaram incremento na produtividade da cana-de-açúcar em decorrência do controle de *Pratylenchus zaeae*, embora a abamectina não tenha sido eficaz no controle. Oliveira et al. (2005)

observaram que a aplicação de aldicarbe no solo antes do plantio da cana-de-açúcar resultou em menores populações de *Pratylenchus* spp. Nesse trabalho, também foi feita aplicação da abamectina em parte aérea 50 dias após o plantio, sem apresentar efeito na redução da população do nematóide.

Em outras culturas, como feijão caupi, Hamida et al. (2006) observaram que o uso de abamectina aplicado no solo apresentou bom controle sobre *Meloidogyne incógnita*. Em tomate, a aplicação de abamectina no sulco de plantio ( $10 \text{ L ha}^{-1}$ ) também apresentou bom controle sobre *Meloidogyne incógnita* com incrementos em produtividade de até 39% em relação à testemunha sem tratamento (QIAO et al., 2012). O mesmo é relatado para a cultura do melão, em que a abamectina na dosagem de  $45 \text{ g i.a. ha}^{-1}$  reduziu significativamente a intensidade de galhas no sistema radicular (MOREIRA et al., 2008). Carbofurano, aplicado em pré-plantio, também reduziu as populações *Pratylenchus penetrans* em 37% durante o período de estabelecimento de alfafa (THIES et al., 1992).

Na cultura da soja, a aplicação de defensivos em sulco de semeadura ainda é pouco difundida, conseqüentemente, não há trabalhos na literatura que mostrem resultados referentes ao controle de nematóides por meio dessa técnica. Considerando a crescente importância em se obter um controle efetivo para os nematóides parasitas da soja, é relevante o estudo de um sistema de aplicação de defensivos na forma líquida no sulco de semeadura, tendo em vista as possíveis vantagens que esta pode oferecer, como melhor distribuição do ingrediente ativo na área da rizosfera e menor potencial de fitotoxicidade a soja. Além disso, a identificação de produtos que apresentem potencial de controle de nematóides quando aplicados dessa forma também se faz extremamente importante.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Experimento 1 – Experimento de campo**

#### **3.1.1 Localização do experimento e caracterização da área**

O experimento foi instalado em uma unidade de produção comercial de soja no município de Júlio de Castilho (S 29° 09' 19,7", O 53° 39' 39,2"), Região Central do Rio Grande do Sul. A unidade produtiva fica situada a 457 m de altitude, sendo o clima correspondente ao Cfa, com verões quentes de temperaturas médias de 22°C, invernos amenos com temperatura superior a -3°C e distribuição uniforme de precipitação ao longo do ano (KÖPPEN, 1948). O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (STRECK et al., 2008), sendo cultivado com soja no verão e consórcio de aveia + azevém no inverno. A área foi escolhida por apresentar histórico de ocorrência de fitonematóides na cultura da soja nos últimos cinco anos.

#### **3.1.2 Delineamento experimental e tratamentos**

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas. Nas parcelas principais foram alocados os sistemas de aplicação (tratamento de semente, líquido no sulco e a associação dos mesmos) e nas subparcelas os tratamentos químicos acrescido de uma testemunha, sem aplicação de produto (Tabela 1).



Tabela 1 - Sistemas de aplicação, tratamentos químicos (produto comercial), princípios ativos e doses dos produtos avaliados para o controle de fitonematóides da soja em nível de campo. Santa Maria, UFSM, 2012.

Sistemas de aplicação	Tratamentos químicos	Princípios ativos	Doses (g de i.a. ha <sup>-1</sup> )
TS <sup>(1)</sup>	Testemunha	-	-
	Avicta Completo	abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol	30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9
	Cropstar + Derosal Plus	imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram	63 + 189 + 18 + 42
	Standak Top	fipronil + tiofanato-metílico+ piraclostrobina	30 + 27 + 3
	Furadan 350 FS + Derosal Plus	carbofurano + carbendazim + tiram	420 + 18 + 42
TS + Sulco <sup>(2)</sup>	Testemunha	-	-
	Avicta Completo	abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol	60 + 84 + 3 + 2,4 + 18
	Cropstar + Derosal Plus	imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram	126 + 378 + 36 + 82
	Standak Top	fipronil + tiofanato-metílico+ piraclostrobina	60 + 54 + 6
	Furadan 350 FS + Derosal Plus	carbofurano + carbendazim + tiram	840 + 36 + 82
Sulco <sup>(3)</sup>	Testemunha	-	-
	Avicta Completo	abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol	30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9
	Cropstar + Derosal Plus	imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram	63 + 189 + 18 + 42
	Standak Top	fipronil + tiofanato-metílico+ piraclostrobina	30 + 27 + 3
	Furadan 350 FS + Derosal Plus	carbofurano + carbendazim + tiram	420 + 18 + 42

<sup>(1)</sup> Tratamento de sementes. <sup>(2)</sup> Tratamento de sementes associado aplicação de inseticidas/nematicidas pulverizado em jato dirigido no sulco de semeadura. <sup>(3)</sup> Aplicação de inseticidas/nematicidas em jato dirigido no sulco de semeadura;

As unidades experimentais constituíram-se de seis linhas de semeadura, espaçadas de 0,50 m (3 m de largura) e 8 m de comprimento, perfazendo uma área total de 24 m<sup>2</sup>. A área útil da parcela experimental foi considerada descartando-se uma linha de cada lateral e 1,0 m de cada extremidade para fins de avaliação.

### 3.1.3 Aplicação dos tratamentos e semeadura

O tratamento de sementes foi realizado em sacos plásticos com capacidade de 3 L. Primeiramente o produto foi depositado no interior do saco, sendo uniformemente distribuído na superfície do mesmo. Após, uma amostra de 1 kg de semente foi colocada no interior do saco, passando por agitação constante durante 2 minutos, a fim de garantir o completo

recobrimento das sementes. Os produtos foram dosados com seringas graduadas de 3 mL, sendo o volume completado com água até um valor compatível a 800 mL de calda por 100 kg de sementes para melhorar a uniformidade de distribuição dos produtos na superfície das sementes. O procedimento de tratamento de sementes foi efetuado no dia anterior à semeadura.

Para a aplicação dos tratamentos no sulco, foi adaptado na semeadora um equipamento pressurizado a CO<sub>2</sub>, dotado de um sistema de mangueiras e pontas do tipo cone vazio TX 80 015, acoplada atrás da haste sulcadora, o que permitiu a deposição dos produtos no interior do sulco no momento da semeadura. O conjunto de pontas foi instalado em uma posição que, quando em trabalho, as mesmas ficavam praticamente na altura da linha do solo, fazendo com que a totalidade do produto fosse depositada no interior do sulco. A faixa de deposição foi de aproximadamente 0,07 m de largura, profundidade de deposição chegando a aproximadamente 0,15 m. O equipamento foi calibrado a uma pressão de trabalho de 300 KPa e volume de calda de 80 L ha<sup>-1</sup>.

A semeadura foi realizada com uma semeadora Imasa PHS 63, dotada de três linhas, espaçadas a 50 cm, sendo esta tracionada por um trator Landini, modelo Montana 45, a uma velocidade de 5,4 km/h (Figura 1).

Para avaliação do desempenho dos produtos via tratamento de sementes e/ou aplicados no sulco de semeadura foi utilizada a cultivar de soja Syngenta Vmax RR, com ciclo de maturação 6.2, suscetível aos nematóides causadores de galhas e de lesões radiculares. A semeadura foi efetuada no dia 12 de novembro, utilizando-se um espaçamento de 0,50 m entre fileiras, profundidade de 0,03 m e uma densidade de 28 plantas.m<sup>-2</sup>. A adubação de base utilizada foi de 400 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK 5-25-25, de acordo com a análise do solo e os demais tratamentos culturais foram realizadas conforme as recomendações para a cultura da soja.



Figura 1 - Semeadora Imasa PHS 63 com sistema adaptado para aplicação de produtos líquidos no sulco de semeadura. Visão geral da semeadora acoplada ao trator Marca Landini, Modelo Montana 45 (A). Mangueira acoplada na haste sulcadora (B). Detalhe do jato de pulverização dentro do sulco de semeadura (C). Santa Maria, UFSM, 2012.

#### 3.1.4 Variáveis Experimentais

Para mensuração do efeito das tecnologias de aplicação e tratamentos químicos aplicados na cultura da soja, foram avaliados os parâmetros: número de plantas emergidas, altura de plantas e níveis populacionais de fitonematóides no sistema radicular das plantas. O rendimento de grão não foi apresentado devido às condições climáticas extremamente desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura, fato este que comprometeu o desenvolvimento das plantas, uniformidade das parcelas e conseqüentemente o efeito na produtividade em função da aplicação dos tratamentos.

#### 3.1.4.1 Número de plantas emergidas

Para determinação do número de plantas emergidas, foram demarcados quatro metros lineares em cada unidade experimental, as quais serviram de base para a realização da contagem direta do número de plantas aos 7, 14, 28 e 42 dias após a emergência (DAE).

#### 3.1.4.2 Altura de plantas

As medições da altura das plantas foram obtidas com o auxílio de uma fita métrica aos 7, 14, 28 e 42 DAE, em dez plantas escolhidas aleatoriamente dentro de cada unidade experimental.

#### 3.1.4.3 População de fitonematóides no sistema radicular

Aos 30, 60 e 90 DAE, foram coletadas oito plantas em quatro pontos distintos dentro de cada unidade experimental. Logo após as coletas, as amostraram foram levadas ao laboratório, onde os sistemas radiculares foram lavados e posteriormente acondicionados em geladeira, até o momento da extração e quantificação dos níveis populacionais de nematóides presentes nas raízes. Para tal, foi utilizada a metodologia descrita por Boneti e Ferraz (1981). Através dessa metodologia, determinou-se o número de ovos e juvenis por grama de raiz, para fins de avaliação do desempenho dos tratamentos no controle dos fitonematóides. Após a extração, a contagem dos ovos e juvenis foi feita com auxílio de microscópio composto em câmara de Peters. Essas datas foram escolhidas com o objetivo de avaliar o efeito dos produtos e diferenças da tecnologia de aplicação no primeiro ciclo do nematóide de ocorre em um período aproximado de 30 dias e aos 90 para ver o impacto dos fatores acima citados na população final de nematóides presentes no sistema radicular das plantas. Foi feita também uma avaliação de 60 dias, no entanto a mesma foi perdida por problemas metodológicos.

### 3.2 Experimentos 2 e 3 – Vasos e Rizotrons

Outros dois experimentos foram conduzidos em ambiente controlado, em casa-de-vegetação da estação experimental do Instituto Phytus, município de Itaara, região central do Rio Grande do Sul, localizado em latitude 29° 35' 8" S, longitude 53° 48' 28" O e altitude de 444m.

A irrigação e adubação das plantas foram realizadas através de um sistema de fertirrigação, com gotejamento automático por fitas gotejadoras. Esse sistema garantiu molhamento e fertilização uniforme das plantas durante todo o ciclo de cultivo. As condições climáticas no interior da casa-de-vegetação foram parcialmente controladas através de exaustores e nebulizadores com acionamento automático. Com isso, manteve-se a temperatura na faixa de 20 a 30 °C e umidade relativa variando de 80 a 90%.

Para a semeadura foi utilizada a cultivar de soja Syngenta Vmax RR. No experimento conduzido em vasos, foram utilizados vasos plásticos de 5L, preenchidos com substrato a base de areia e solo, previamente esterilizados, na proporção 1:1, a fim de garantir uma condição adequada ao desenvolvimento dos nematóides, que foram inoculados logo após a emergência das plantas. A quantidade de inóculo e metodologia utilizada estão apresentados no Ítem 3.2.3. No momento da semeadura foram colocadas três sementes por vaso, com posterior raleio manual 5 dias após a emergência, deixando-se apenas uma planta por vaso.

Já para o experimento em rizotron, foram utilizados rizotrons de vidro com as dimensões de 0,4 x 0,06 x 1,0 m (comprimento x largura x altura). Os rizotrons foram acondicionados em lado a lado, com inclinação de 30<sup>o</sup> e fechados com uma lona escura a fim de permitir que as raízes crescessem paralelamente ao vidro. Diferentemente dos vasos, os rizotrons foram preenchidos com solo infestado proveniente da mesma área do experimento de campo. Além da infestação natural do solo utilizado para o preenchimento dos rizotrons, uma inoculação adicional foi feita logo após a emergência da cultura para complementação da população de nematóides, também descrita no Ítem 3.2.3. Durante a semeadura, foram colocadas sete sementes por rizotron, deixando-se apenas quatro plantas após a emergência. A utilização de solo proveniente da mesma área do experimento de campo deu-se com o objetivo de gerar resultados em condições mais controladas e uniformes e posteriormente confrontar com os resultados de campo.

### 3.2.1 Delineamento experimental e tratamentos

Para o experimento em vasos, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema bifatorial (3x5), cujos fatores foram compostos por três sistemas de aplicação (tratamento de semente, líquido no sulco e a associação dos mesmos) e quatro tratamentos químicos acrescido de uma testemunha, sem aplicação de produto, com 5 repetições por tratamento (Tabela 2). Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com apenas uma planta. Já para o ensaio em rizotron, foi adotado o delineamento inteiramente casualizados, em esquema bifatorial (3x5), com os mesmos tratamentos citados anteriormente.

Tabela 2 - Sistemas de aplicação, tratamentos químicos (produto comercial), princípios ativos e doses dos produtos avaliados para o controle de fitonematóides da soja nos experimento conduzidos em vasos e rizotrons. Santa Maria, UFSM, 2012.

Sistemas de aplicação	Tratamentos químicos	Princípios ativos	Doses (g de i.a. ha <sup>-1</sup> )
TS <sup>(1)</sup>	Testemunha	-	-
	Avicta Completo	abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol	30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9
	Cropstar + Derosal Plus	imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram	63 + 189 + 18 + 42
	Standak Top	fipronil + tiofanato-metílico+ piraclostrobina	30 + 27 + 3
	Furadan 350 FS + Derosal Plus	carbofurano + carbendazim + tiram	420 + 18 + 42
TS + Sulco <sup>(2)</sup>	Testemunha	-	-
	Avicta Completo	abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol	60 + 84 + 3 + 2,4 + 18
	Cropstar + Derosal Plus	imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram	126 + 378 + 36 + 82
	Standak Top	fipronil + tiofanato-metílico+ piraclostrobina	60 + 54 + 6
	Furadan 350 FS + Derosal Plus	carbofurano + carbendazim + tiram	840 + 36 + 82
Sulco <sup>(3)</sup>	Testemunha	-	-
	Avicta Completo	abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol	30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9
	Cropstar + Derosal Plus	imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram	63 + 189 + 18 + 42
	Standak Top	fipronil + tiofanato-metílico+ piraclostrobina	30 + 27 + 3
	Furadan 350 FS + Derosal Plus	carbofurano + carbendazim + tiram	420 + 18 + 42

<sup>(1)</sup> Tratamento de sementes. <sup>(2)</sup> Tratamento de sementes associado aplicação de inseticidas/nematicidas pulverizado em jato dirigido no sulco de semeadura. <sup>(3)</sup> Aplicação de inseticidas/nematicidas em jato dirigido no sulco de semeadura;

### 3.2.2 Aplicação dos tratamentos

Para o tratamento de sementes foi utilizado o mesmo procedimento descrito acima no experimento conduzido em nível de campo. A aplicação dos tratamentos no sulco foi realizado no momento da semeadura, utilizando-se um pulverizador costal pressurizado a  $\text{CO}_2$ , dotado de lança simples com ponta de pulverização do tipo TX 80 015 e calibrado a pressão de 300 KPa e vazão de trabalho de  $80 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ . O sulco foi aberto manualmente a 7 cm de profundidade e 15 cm de largura, a fim de possibilitar a deposição dos tratamentos no interior do solo. O jato de aplicação cobriu completamente toda área interna do sulco de semeadura, que após a aplicação foi remanejado para 3 cm de profundidade para a deposição das sementes nessa profundidade, visando simular o que acontece em condições de campo (Figuras 2 e 3).

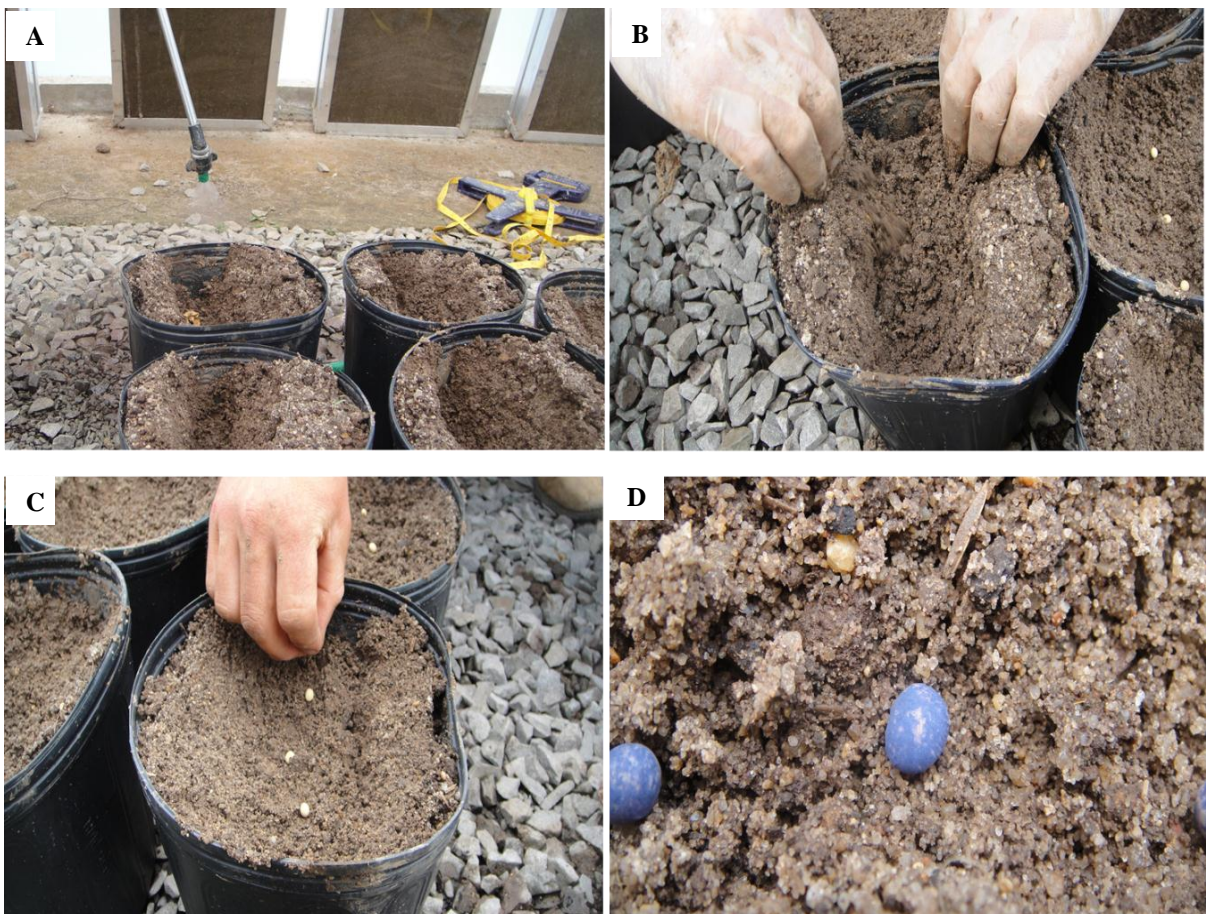


Figura 2 - Detalhamento da aplicação dos tratamentos no sulco de semeadura em vasos. Jato de pulverização durante a aplicação no sulco a 7 cm de profundidade (A). Remanejo do sulco para 3 cm de profundidade (B). Deposição das sementes no sulco (C). Semente tratada, dentro do sulco de semeadura (D). Santa Maria, UFSM, 2012.



Figura 3 - Detalhamento da metodologia de instalação do ensaio em rizotron. Jato de pulverização durante a aplicação no sulco a 7 cm de profundidade (A). Deposição das sementes no sulco (B). Visão geral dos rizotrons já com as plantas emergidas e com sistema de fertirrigação instalado (C). Santa Maria, UFSM, 2012.

### 3.2.3 Inoculação dos fitonematóides

Nos vasos, aos seis dias após a semeadura (DAS) cada planta foi inoculada com 4 mL de uma suspensão de 1.000 indivíduos (ovos + juvenis)/ml de uma população de *Meloidogyne javanica*, proveniente de Júlio de Castilho, RS. O inóculo foi extraído de vários sistemas radiculares de plantas de soja da cultivar M-soy 8000 RR, pela técnica descrita por Boneti; Ferraz (1981).

Nos rizotrons, mesmo que tenha sido utilizado solo infestado (50 indivíduos (J2). 250 cm<sup>-3</sup> de *Pratylenchus brachyurus*, 350 indivíduos (J2). 250 cm<sup>-3</sup> de *Meloidogyne javanica* e 30 ovos 250 cm<sup>-3</sup>), cada planta recebeu um inoculação complementar com mais 3 mL de



suspensão de 1.000 indivíduos (ovos + juvenis). mL<sup>-1</sup>. Esta inoculação foi realizada aos 7 DAS, sendo o inóculo proveniente do mesmo local descrito acima. Para ambos os casos, a suspensão de ovos + juvenis foi vertida em dois orifícios de 2 cm de profundidade e distantes 2 cm do colo da planta (Figura 4).

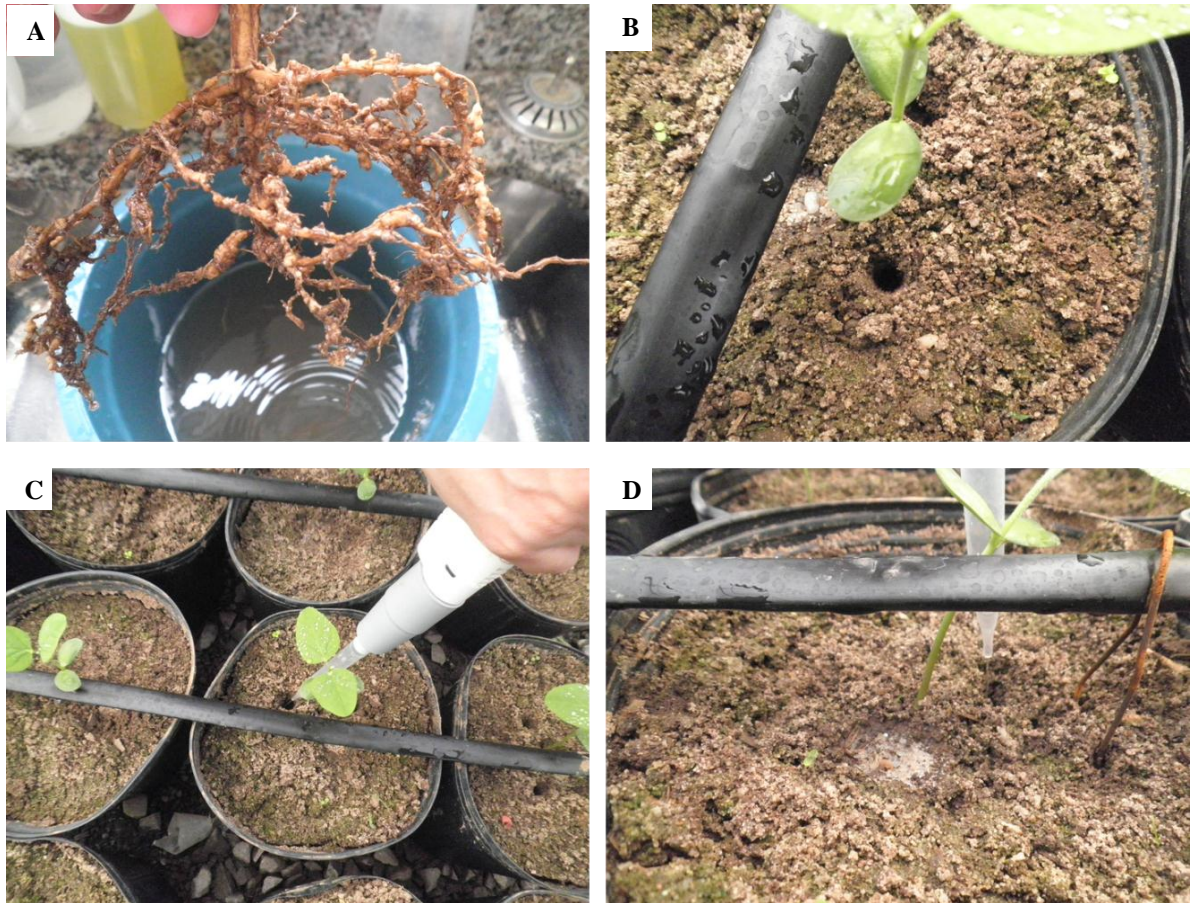


Figura 4 - Etapas do processo de inoculação de *Meloidogyne javanica* em plantas de soja. Raízes de soja atacadas, usadas na obtenção do inóculo (A). Orifícios feitos próximos à base da planta para deposição do inóculo (B). Inoculação com auxílio de um pipetador (C) e (D). Santa Maria, UFSM, 2012.

#### 3.2.4 Variáveis experimentais

Para mensuração do efeito dos tratamentos aplicados na cultura da soja, foram avaliados os parâmetros: altura de plantas, índice de área foliar, massa fresca e massa seca de

parte aérea, massa fresca de raízes, altura de plantas e níveis populacionais de fitonematóides no sistema radicular das plantas.

#### 3.2.4.1 Altura de plantas

As medições da altura das plantas foram obtidas com o auxílio de uma fita métrica aos 8, 15, 22, 30 e 60 DAE, em cinco plantas por tratamento em cada avaliação.

#### 3.2.4.2 Área Foliar (AF)

A área foliar foi determinada aos 15, 30 e 60 DAE para o experimento conduzido nos vasos e 60 DAE para o experimento conduzido nos rizotrons. Para isso, foram utilizadas 5 plantas por tratamento nos vasos e 4 plantas por tratamento nos rizotrons, as quais tiveram suas folhas destacadas, dispostas lado a lado em uma superfície de coloração branca, sem sobreposição e posteriormente fotografadas.

Em seguida, foram capturadas imagens fotográficas, que posteriormente serviram para a estimativa da área foliar através do software QUANT<sup>®</sup> (VALE et al., 2001), utilizando um pallette de 32 cores.

#### 3.2.4.3 Massa fresca e massa seca de parte aérea

As avaliações da massa fresca e massa seca de parte aérea foram feitas aos 15, 30 e 60 DAE. A massa fresca foi obtida a partir da pesagem de toda parte aérea logo após o arranquio das plantas, para evitar qualquer efeito da desidratação. Após esse processo, as plantas foram levadas a uma estufa de secagem, onde foram mantidas a temperatura de aproximadamente 60 graus, durante sete dias, até atingirem peso constante. Os dados de pesagem foram obtidos com o auxílio de uma balança digital com precisão de 0,001 g (Mediza<sup>®</sup>). Os dados

resultaram da média de 5 plantas por tratamento nos vasos e 4 plantas por tratamento nos rizotrons, expressos  $\text{g.planta}^{-1}$ .

#### 3.2.4.3 Massa fresca de raiz

A massa fresca de raiz foi mensurada aos 15 e 30 DAE. As raízes de cada planta foram cuidadosamente retiradas dos vasos e lavadas em água corrente até a completa eliminação da fração do solo aderida às raízes e, posteriormente, deixadas secar à sombra por aproximadamente uma hora. Os dados de pesagem foram obtidos com o auxílio de uma balança digital com precisão de 0,001 g (Mediza®). Os dados resultaram da média de 5 plantas por tratamento nos vasos, expressos  $\text{g.planta}^{-1}$ .

#### 3.2.4.4 População de fitonematóides no sistema radicular

Foram realizadas avaliações dos níveis populacionais de nematóides no sistema radicular das plantas aos 30 e 60 DAE no experimento conduzido em vasos e aos 60 DAE no experimento conduzido em rizotrons. As raízes das plantas foram lavadas com água até eliminar completamente a fração do solo e deixadas secar à sombra por aproximadamente duas horas. Após o período de secagem, os sistemas radiculares foram acondicionados em sacos plásticos e posteriormente levados para geladeira. A extração dos ovos e juvenis foi obtida pela técnica descrita por Boneti; Ferraz (1981). Através dessa metodologia, determinou-se o número de ovos e juvenis por grama de raiz para fins de avaliação do desempenho dos tratamentos no controle da praga. Após a extração, a contagem dos ovos e indivíduos foi feita com auxílio de microscópio composto em câmara de Peters.

### 3.3 Análise estatística

Para efeito de análise estatística, os dados de nematóides obtidos no sistema radicular foram transformados  $\sqrt{X + 0,5}$  e posteriormente, para comparação de médias, utilizou-se o teste de Tukey (5%). Os demais dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste  $F \leq 5\%$ ) e as médias também foram comparadas através do teste de Tukey (5%), através do software ASSITAT versão 7.6 (SILVA; AZEVEDO, 2009).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento de campo

A análise de variância não mostrou interação significativa entre os fatores sistemas de aplicação e tratamentos químicos, assim como efeito significativo dos fatores quando avaliados isoladamente para número de plantas emergidas e altura de plantas. Assim, optou-se por não apresentar os dados dessas variáveis.

O levantamento prévio da população de nematóides, realizado na área do experimento, detectou uma infestação média de 202 indivíduos (J2) de *Meloidogyne javanica*, 279 indivíduos (J2) de *Helicotilenchus* sp., 3,31 indivíduos (J2) de *Pratylenchus brachyurus* e 3,44 ovos a cada 250 cm<sup>3</sup> de solo.

A análise de variância mostrou interação significativa entre os fatores sistema de aplicação e tratamentos químicos para os níveis populacionais de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* aos 30 DAE, ao nível de 5% de significância (Tabela 3).

Primeiramente pode-se observar que a avaliação das médias dos sistemas de aplicação não apresentou diferença significativa entre TS, TS + Sulco e Sulco para *Pratylenchus brachyurus*, mesmo que a associação de TS + Sulco tenha demonstrado uma tendência de controle superior a TS e Sulco, na ordem de 27,7% e 14,5%, respectivamente (Tabela 3). Deve-se ressaltar que nos tratamentos em que foi feita a associação entre TS + Sulco, houve a aplicação de duas vezes mais princípio ativo por unidade de área em comparação a aplicação isolada de TS ou Sulco.

Quando compara-se o desempenho de controle dos tratamentos químicos para *Pratylenchus brachyurus*, observa-se que os mesmos apresentaram diferenças significativas da testemunha somente quando aplicados via TS + Sulco ou Sulco. Nas duas formas de aplicação, o maior nível de controle foi verificado no tratamento 2, diferindo estatisticamente da testemunha. A magnitude do controle do tratamento 2 foi de 70,9% e 64,5%, quando aplicados via TS + Sulco e Sulco, respectivamente.

Para o nematóide *Meloidogyne javanica* observou-se a mesma tendência, uma vez que não verificou-se diferença significativa quando comparadas as médias dos três sistemas de aplicação. Quando considerados os tratamentos químicos dentro de cada sistema de aplicação, assim como observado para *Pratylenchus brachyurus*, o tratamento 2 destacou-se frente aos

demais nos três sistemas de aplicação, com controles na ordem de 75,4%, 84,2% e 78,9% quando aplicados via TS, TS + Sulco e Sulco, respectivamente (Tabela 3).

De maneira geral, pode-se observar pequena diferença de controle entre os sistemas de aplicação para os dois nematóides aos 30 DAE. Uma possível explicação para esse fato seria que a quantidade de ativo aplicada e o local de deposição do ativo tanto via TS como Sulco foi suficiente para garantir performance semelhante à associação de TS + Sulco. Na avaliação de 30 DAE, verificou-se níveis mais elevados de controle de *Meloidogyne javanica* em relação a *Pratylenchus brachyurus*, corroborando com outros estudos onde autores relatam a maior dificuldade de controle do *Pratylenchus brachyurus* quando comparados aos outros nematóides incidentes na cultura da soja. Uma das explicações seria pela sua capacidade de migração e não formação de um sítio de alimentação por um período mais prolongado, fazendo com que o nematóide tenha menor tempo de exposição ao produto químico. Vitti (2009) obteve efetiva redução populacional de *Heterodera glycines* com o tratamento de sementes com abamectina (111 g do i.a. 100 kg<sup>-1</sup>), sem apresentar efeito sobre a redução da população de *Pratylenchus brachyurus*.

Tabela 3 - Nível populacional de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* em 5 g de raízes de soja conduzidas em condições de campo aos 30 DAE em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012.

<i>Pratylenchus brachyurus</i>												
Sistema de aplicação <sup>2</sup>	Tratamentos químicos (TQ) <sup>1</sup>										Média SA	
	1		2		3		4		5			
TS	51,3	aA <sup>3</sup>	40,0	aA	35,0	aA	41,3	aA	32,5	aA	40,0	ns
TS + Sulco	47,5	aA	13,8	bB	24,5	aAB	36,3	aAB	22,5	aAB	28,9	
Sulco	56,3	aA	20,0	abB	27,5	aAB	35,0	aAB	30,0	aAB	33,8	
Média TQ	51,7	a	24,6	b	29,0	b	37,5	ab	28,3	b		
<i>Meloidogyne javanica</i>												
Sistema de aplicação	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1		2		3		4		5			
TS	365,0	aA	90,0	aC	175,0	aBC	265,0	aAB	247,5	aAB	228,5	ns
TS + Sulco	474,5	aA	75,0	aC	127,5	aBC	167,5	aBC	211,5	aB	211,2	
Sulco	452,5	aA	95,0	aC	145,0	aC	172,5	aBC	287,5	aAB	230,5	
Média TQ	430,7	a	86,7	b	149,2	b	201,7	ab	248,8	ab		

<sup>1</sup>Tratamentos químicos: 1 – Testemunha; 2 – Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g de i.a./ha); 3 – Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g de i.a./ha); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g de i.a./ha); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g de i.a./ha). <sup>2</sup>Sistema de aplicação: TS (tratamento de sementes), TS + Sulco (tratamento de sementes + sulco = duas vezes a dose para todos os tratamentos), Sulco (aplicação no sulco a 7 cm de profundidade). <sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Coeficientes de variação (%): *Pratylenchus brachyurus* = 38,82 e *Meloidogyne javanica* = 47,21.

A análise dos níveis populacionais de *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne javanica* e *Helicotylenchus* sp. aos 90 DAE apresentou interação entre os fatores estudados ao nível de 5% de probabilidade de erro (Tabela 4). Considerando a média de controle dos sistemas de aplicação, os mesmos não diferiram entre si para os três nematóides supracitados. Mesmo assim, a associação de TS + Sulco apresentou tendência de maior controle especialmente para *Meloidogyne javanica*, na ordem de 27,2% e 21,8% quando comparado a TS e Sulco, respectivamente e para *Helicotylenchus* sp., 19,33% e 10,79% também quando comparado a TS e Sulco, respectivamente. Por mais que essas diferenças possam parecer pequenas, em nível de campo isso pode resultar em um maior desenvolvimento radicular, expressando diretamente em maior potencial produtivo da cultura. De maneira geral, os níveis de controle dos 90 DAE foram inferiores aos observados nos 30 DAE, demonstrando perda de desempenho ou efeito residual dos tratamentos químicos com o avanço do ciclo da cultura. A magnitude da queda de controle menos acentuada nos tratamentos cuja aplicação foi realizada na forma de TS + Sulco, indicando o benefício da maior deposição e melhor distribuição do ativo dos produtos no perfil do sulco de semeadura. Considerando as aplicações isoladas de TS e Sulco pode-se observar maior controle da aplicação via Sulco aos 90 DAE. Esse fato reforça ainda mais a importância da tecnologia de aplicação quando se fala em controle químico de nematóide, sendo a magnitude dessa resposta dependente muitas vezes da característica do produto (mobilidade no solo e persistência) e do nematóide alvo.

Considerando a média dos tratamentos químicos no controle de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica*, novamente o tratamento 2 (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol) destacou-se entre os demais, diferindo estatisticamente somente quando comparado à testemunha (Tabela 4). A análise de comparação dos tratamentos químicos dentro dos sistemas de aplicação mostrou resposta superior de controle quando utilizado o tratamento 2, com uma redução do nível populacional de *Meloidogyne javanica* de 49,8% quando aplicado em TS + Sulco, mesmo aos 90 DAE. Quando o mesmo tratamento foi aplicado somente via Sulco ou TS, as reduções foram menos expressivas, chegando a 39,1% e 18,9% respectivamente. Já para *Helicotylenchus* sp., que apareceu somente na avaliação de 90 DAA, o tratamento 3 (imidacloprido + tiadicarbe + carbendazim + tiram), quando aplicado via TS + Sulco promoveu a maior redução populacional do nematóide (57,54%), com diferença significativa em comparação ao tratamento 4 (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina) e à testemunha. O tratamento 5 (carbofurano + carbendazim + tiram), de maneira geral, apresentou desempenho aquém das expectativas, com resultado expressivo apenas no controle de *Meloidogyne javanica*, quando

aplicado via TS + Sulco, alcançando nível de 49,5%, praticamente igual ao desempenho observado no melhor tratamento.

Tabela 4 - Nível populacional de *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne javanica* e *Helicotylenchus* sp. em 5 g de raízes de soja conduzidas em condições de campo aos 90 DAE, em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012.

<i>Pratylenchus brachyurus</i>												
Sistema de aplicação <sup>2</sup>	Tratamentos químicos (TQ) <sup>1</sup>											
	1	2	3	4	5	Média SA						
TS	3860,0	aA <sup>3</sup>	2047,5	aB	2630,0	aAB	3852,5	aAB	2395,0	aAB	2957,0	ns
TS + Sulco	3640,0	aA	3365,0	aA	3125,0	aA	3735,0	aA	2670,0	aA	3307,0	
Sulco	3475,0	aA	2070,0	aA	2522,5	aA	3827,5	aA	2725,0	aA	2924,0	
Média TQ	3658,3	a	2494,2	b	2759,2	b	3805,0	ab	2596,7	b		
<i>Meloidogyne javanica</i>												
Sistema de aplicação	Tratamentos químicos (TQ)											
	1	2	3	4	5	Média SA						
TS	2855,0	aA	2315,0	aA	2550,0	aA	2624,0	aA	2322,5	aA	2533,3	ns
TS + Sulco	2650,0	aA	1330,0	aB	1780,0	aAB	2115,0	aAB	1350,0	aB	1845,0	
Sulco	2680,0	aA	1632,5	aB	2780,0	aAB	2995,0	aAB	1705,0	aB	2358,5	
Média TQ	2728,3	a	1759,2	b	2370,0	ab	2578,0	ab	1792,5	b		
<i>Helicotylenchus</i> sp.												
Sistema de aplicação	Tratamentos químicos (TQ)											
	1	2	3	4	5	Média SA						
TS	307,5	aAB	195,0	aB	252,5	aAB	370,0	aA	248,0	aAB	274,6	ns
TS + Sulco	273,8	aA	156,0	aA	145,0	aA	302,5	aA	230,0	aA	221,5	
Sulco	265,0	aA	221,3	aA	187,5	aA	300,0	aA	267,5	aA	248,3	
Média TQ	282,1	a	190,8	b	195,0	b	324,2	a	248,5	ab		

<sup>1</sup>Tratamentos químicos: 1 - Testemunha; 2 - Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 3 - Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>). <sup>2</sup>Sistema de aplicação: TS (tratamento de sementes), TS + Sulco (tratamento de sementes + sulco = duas vezes a dose para todos os tratamentos), Sulco (aplicação no sulco a 7 cm de profundidade). <sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Coeficientes de variação (%): *Pratylenchus brachyurus* = 31,56; *Meloidogyne javanica* = 65,21 e *Helicotylenchus* sp. = 46,30.

Já é bem documentado que alguns nematóides (ex. *Pratylenchus* sp.) tem importantes interações com fungos fitopatogênicos do sistema radicular, ocorrendo em algodão (KATSANTONIS; HILLOCKS; GOWEN, 2003) e soja (XING; WESTPHAL, 2006). Assim, parece provável que nematicidas aplicados podem ter benefícios indiretos relacionados a redução de infecção radicular por patógenos (MUNKVOLD, 2009). A associação de nematicidas, inseticidas e fungicida em um mesmo produto, como foi utilizado em alguns tratamentos desse estudo, pode potencializar esse efeito e garantir melhor desenvolvimento das culturas. Dados emergentes sobre o impacto econômico de nematóides em culturas



importantes como soja, milho e algodão vão determinar o grau com que esses produtos, assim como a formas de aplicação destes serão atraentes quanto a sua adoção.

A abamectina, presente no tratamento 2, tem demonstrado resultados positivos no controle de *Meloidogyne incognita* na cultura do algodão quando aplicado em doses relativamente baixas (100 g i.a..100 kg<sup>-1</sup> sementes) (MONFORT et al., 2006), assim como na cultura do tomate, visando redução dos níveis populacionais de *Meloidogyne incognita* (FASKE; STARR, 2006). A formulação FS de abamectina utilizada nesse trabalho foi desenvolvida com o intuito de utilização apenas via tratamento de sementes, sendo característica marcante sua baixa mobilidade no solo, alta afinidade com a matéria orgânica do solo e não apresentar sistemicidade na planta.

Ao comparar as aplicações isoladas, observou-se de maneira clara que a aplicação via sulco foi mais efetiva quando comparada ao TS para o tratamento abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol no controle de *Meloidogyne javanica*. Esse fato tem sentido. Assim, sua melhor distribuição no solo pode ser fator diferencial no desempenho da mesma, frente às características descritas acima, fato comprovado nesse trabalho.

Hoje são vários os produtos comerciais a base de abamectina registrados para as culturas agrícolas no Brasil. Dentre eles, Abamectin Nortox, Abamex, Grimectin, Kraft 36 CE e Vertimec 18 CE (ANDREI, 2005). Apesar da boa atividade destes compostos contra nematóides agrícolas, suas formulações, do tipo concentrado emulsionável (CE) com 18% ou 36% de ingrediente ativo, não são viáveis para o uso em tratamento de sementes, principalmente devido à alta fitotoxicidade que ocasionam às culturas. O Furan, produto a base de carbofurano, tem solubilidade em água de 320 m.L<sup>-1</sup>, também possui alguns problemas de seletividade quando aplicado via tratamento de semente, possui mobilidade intermediária no solo, o que garante uma característica positiva para sua utilização via sulco.

A aplicação via sulco de plantio pode ser uma alternativa de redução de problemas de seletividade, possibilidade de aplicação de doses mais elevadas e redução da limitação de mobilidade no solo. No entanto, essa tecnologia carece de informações quanto ao seu desempenho de controle de fitonematóide, seletividade e resposta da cultura em produtividade.

Desta forma, torna-se fundamental a avaliação de novos produtos e modalidades de aplicação para o controle de fitonematóides em soja. Para que isso seja viável, os produtos a serem utilizados, além de seguros em termos toxicológicos e ambientais, devem ser eficientes na redução populacional, além de mitigar seus efeitos deletérios à produtividade da cultura.

## 4.2 Experimentos em vasos e rizotron

No experimento conduzido em vasos, a análise de variância mostrou interação significativa entre os fatores sistemas de aplicação e tratamentos químicos para a variável altura de plantas apenas aos 22 DAE (Tabela 5). Nesta avaliação, quando o sistema de aplicação foi TS ou Sulco, o melhor tratamento químico foi o 2, embora não tenha diferido estatisticamente do 3 e 4 no sistema de aplicação Sulco. O tratamento químico 5 apresentou os menores valores de altura de plantas em ambos os sistemas de aplicação, sendo inferior até mesmo a testemunha no TS, indicando uma possível fitotoxicidade nas condições testadas. Já no sistema de aplicação TS + Sulco, apenas os tratamentos 2 e 4 apresentaram maior altura de plantas que a testemunha (Tabela 5). Nas avaliações aos 8 e 15 DAE, em que não houve interação entre os fatores estudados, o TS proporcionou maior altura de plantas e os tratamentos químicos que apresentaram os melhores resultados foram 2, 4 e 5 aos 8 DAE e apenas o 2 aos 15 DAE. Nas avaliações aos 30 e 60 DAE, o TS e TS + Sulco foram superiores ao Sulco e, com exceção do tratamento 5 (60 DAE), todos os tratamentos foram superiores a testemunha, destacando-se o 2 e o 4 (Tabela 5). Com exceção do tratamento à base de carbofurano, em nenhum momento foi observado sintomas pronunciados de fitotoxicidade à cultura em função da aplicação de maior quantidade de ativo pela associação do TS + Sulco, mostrando que essa modalidade de aplicação se apresenta como uma alternativa frente a necessidade de aumento de dose de um determinado defensivo, sem prejuízo a seletividade do mesmo para a cultura.

Tabela 5 - Altura (cm) de plantas de soja conduzidas em vasos aos 8, 15, 22, 30 e 60 dias após a emergência (DAE), em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012.

8 DAE												
Sistemas de aplicação (SA) <sup>2</sup>	Tratamentos químicos (TQ) <sup>1</sup>										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	12,54	aC <sup>3</sup>	14,17	aA	12,83	aBC	13,96	aAB	13,21	aABC	13,34	a
TS + Sulco	11,96	aA	12,67	bA	12,00	aA	12,83	bA	13,04	aA	12,50	b
Sulco	11,96	aA	12,88	bA	11,83	aA	12,58	bA	12,58	aA	12,37	b
Média TQ	12,15	b	13,24	a	12,22	b	13,13	a	12,94	a		
15 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	19,85	aAB	21,46	aA	19,75	aAB	19,71	aAB	18,75	aB	19,90	a
TS + Sulco	17,75	bA	19,71	abA	18,21	aA	19,54	aA	18,38	aA	18,72	b
Sulco	17,75	bA	18,73	bA	18,67	aA	18,67	aA	18,13	aA	18,39	b
Média TQ	18,45	b	19,97	a	18,88	ab	19,31	ab	18,42	b		
22 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	27,95	aC	33,38	aA	30,25	aB	30,42	aB	25,75	bD	29,55	
TS + Sulco	27,21	aB	30,17	bA	27,29	bB	29,92	aA	28,33	aAB	28,58	
Sulco	26,71	aBC	29,54	bA	28,63	abAB	27,79	bAB	25,67	bC	27,67	
Média TQ	27,29		31,03		28,72		29,38		26,58			
30 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	36,18	aB	40,80	aA	39,31	aA	39,73	aA	36,55	aB	38,51	a
TS + Sulco	36,83	aB	39,21	abA	37,43	bAB	38,97	aAB	36,95	aB	37,88	a
Sulco	35,94	aA	38,18	bA	37,21	bA	36,35	bA	35,98	aA	36,73	b
Média TQ	36,32	c	39,40	a	37,98	b	38,35	ab	36,49	c		
60 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	45,98	aC	50,30	aA	48,70	aAB	50,46	aA	46,48	aBC	48,38	a
TS + Sulco	45,74	aB	49,13	abA	47,41	aAB	49,56	aA	46,56	aB	47,68	a
Sulco	45,02	aB	47,94	bA	46,73	aAB	45,68	bAB	45,54	aAB	46,19	b
Média TQ	45,58	d	49,12	a	47,61	bc	48,57	ab	46,19	cd		

<sup>1</sup>Tratamentos químicos: 1 – Testemunha; 2 – Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 3 – Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>). <sup>2</sup>Sistema de aplicação: TS (tratamento de sementes), TS + Sulco (tratamento de sementes + sulco = duas vezes a dose para todos os tratamentos), Sulco (aplicação no sulco a 7 cm de profundidade). <sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Coeficientes de variação (%): 08 DAE = 4,82; 15 DAE = 3,40; 22 DAE = 3,88; 30 DAE = 2,22; 60 DAE = 2,03.

No experimento conduzido em rizotron, também houve interação significativa entre os dois fatores estudados para a variável altura de plantas aos 8, 15, 22 e 30 DAE (Tabela 6). Considerando o TS, apenas na avaliação aos 30 DAE houve um aumento da altura de plantas

em decorrência do tratamento químico, destacando-se o tratamento 2. Nas outras avaliações, os tratamentos químicos não diferiram da testemunha ou foram inferiores a ela (T3 aos 22 DAE). Na aplicação em Sulco, em todas as avaliações o tratamento 2 foi superior a testemunha, sendo também superior o 4 aos os 15 e 22 DAE e o 5 aos 8, 15 e 30 DAE (Tabela 6). Resultados semelhantes ocorreram para o sistema de aplicação TS + Sulco, em que apenas o tratamento químico 2 proporcionou maior altura de plantas que a testemunha aos 22 DAE, acompanhado do 3 aos 15 DAE e do 3 e 5 aos 30 DAE. Não houve resposta aos tratamentos químicos em 8 DAE, fato esse que comprava ausência de problemas de seletividade à cultura em função da aplicação dos tratamentos estudados. Na avaliação feita aos 60 DAE, em que não houve interação entre os dois fatores, os três sistemas de aplicação não mostraram diferenças entre si e o tratamento químico 2 apresentou plantas com maior altura, sem diferir apenas do tratamento químico 4 (Tabela 6). A baixa resposta em termos de desenvolvimento das plantas, quando comparados os diferentes sistemas de aplicação, sugere que as diferenças de controle dos nematóides (resultados apresentados mais abaixo) não foram suficientes na discriminação dos mesmos.

Cabe destacar, no entanto, o aumento da altura de plantas provenientes da aplicação do tratamento 2 em TS + Sulco, que aos 60 DAE, chegou a 18,47% ou 7 cm de diferença quando comparado à testemunha sem aplicação. Os resultados se assemelham com o exposto por Monfort et al. (2006), que ao testar diferentes doses de abamectina via tratamento de sementes no controle de *Meloidogyne incognita* em algodoeiro, observaram incrementos significativos na altura de plantas chegando a níveis de 84,6% ou 18,2 cm na dose 100 g de i.a. por 100 kg de sementes em relação à testemunha. Além disso, o autor destaca o visível efeito de dose resposta, haja visto que os maiores benefícios no desenvolvimento das plantas estiveram associadas às maiores doses de abamectina. Steffen et al. (2011) também observaram efeito positivo dos tratamentos com abamectina (30 e 60 mL P.C. por 100 kg de semente), que proporcionaram plantas com maior altura, massa seca da parte aérea e comprimento de raízes aos 60 dias após a emergência de arroz irrigado submetido a inoculação de *Meloidogyne graminicola*. O tratamento das sementes de arroz com carbofurano também foi eficiente no controle do nematóide das galhas, por promover redução da penetração de juvenis de segundo, terceiro e quarto estádios de desenvolvimento e, conseqüentemente, redução da formação de galhas radiculares, porém seu uso foi menos benéfico ao desenvolvimento das plantas de arroz em comparação a abamectina, o que corrobora com os resultados encontrados nesse estudo.

Tabela 6 - Altura (cm) de plantas de soja conduzidas em rizotrons aos 8, 15 e 22, 30 e 60 dias após a emergência (DAE), em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012.

8 DAE												
Sistemas de aplicação (SA) <sup>2</sup>	Tratamentos químicos (TQ) <sup>1</sup>										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	8,45	bA <sup>3</sup>	10,13	bA	9,25	aA	10,25	aA	9,00	bA	9,42	c
TS + Sulco	10,50	aA	11,45	abA	10,83	aA	9,63	aA	10,00	bA	10,48	b
Sulco	9,25	abB	12,25	aA	10,13	aB	11,13	aAB	13,13	aA	11,18	a
Média TQ	9,40	c	11,28	a	10,07	bc	10,33	abc	10,71	ab		
15 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	13,88	aA	14,88	bA	13,25	bA	14,63	aA	13,25	bA	13,98	b
TS + Sulco	14,00	aC	17,00	aA	15,75	aAB	14,50	aBC	15,00	aBC	15,25	a
Sulco	13,73	aB	17,00	aA	14,00	bB	15,75	aA	15,88	aA	15,27	a
Média TQ	13,87	c	16,29	a	14,33	bc	14,96	b	14,71	bc		
22 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	21,75	aAB	22,75	aA	18,25	bC	20,50	bABC	19,50	bBC	20,55	b
TS + Sulco	19,25	bB	23,50	aA	21,50	aAB	19,25	bB	20,50	abB	20,8	b
Sulco	20,50	abB	24,25	aA	20,75	aB	23,50	aA	22,50	aAB	22,3	a
Média TQ	20,50	b	23,50	a	20,17	b	21,08	b	20,83	b		
30 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	32,00	aB	36,25	aA	31,25	bB	32,50	aB	31,75	bB	32,75	ns
TS + Sulco	30,25	aC	36,00	aA	33,50	aAB	32,75	aBC	33,00	abB	33,1	
Sulco	31,75	aB	35,50	aA	32,25	abB	34,25	aAB	35,00	aA	33,75	
Média TQ	31,33	c	35,92	a	32,33	bc	33,17	b	33,25	b		
60 DAE												
Sistemas de aplicação	Tratamentos químicos										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	39,90	aC	44,51	aA	41,88	aBC	43,00	aAB	40,19	aC	41,90	ns
TS + Sulco	37,88	aC	44,88	aA	42,69	aAB	43,75	aAB	41,25	aB	42,09	
Sulco	38,89	aC	43,80	aA	41,44	aAB	42,88	aAB	41,00	aBC	41,60	
Média Tratamentos	38,89	d	44,40	a	42,00	bc	43,21	ab	40,81	c		

<sup>1</sup>Tratamentos químicos: 1 – Testemunha; 2 – Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 3 – Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>). <sup>2</sup>Sistema de aplicação: TS (tratamento de sementes), TS + Sulco (tratamento de sementes + sulco = duas vezes a dose para todos os tratamentos), Sulco (aplicação no sulco a 7 cm de profundidade). <sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Coeficientes de variação (%): 08 DAE = 5,46; 15 DAE = 3,27; 22 DAE = 5,89; 30 DAE = 3,2; 60 DAE = 2,30.

A resposta dos tratamentos químicos foi diferenciada em cada sistema de aplicação para a área foliar aos 15 e 30 DAE no experimento conduzido em vasos (Tabela 7). No sistema de aplicação TS, os tratamentos químicos 3, 4 e 5 não diferiram entre si e foram

superiores a testemunha aos 15 DAE. Já aos 30 DAE, as plantas que receberam os tratamentos químicos 2, 3 e 4 apresentaram maior área foliar que a testemunha. Semelhante ao anterior, na aplicação em Sulco, os tratamentos químicos 2, 3 e 4 também foram superiores à testemunha aos 15 DAE, porém nenhum tratamento mostrou incremento na área foliar aos 30 DAE. Para o sistema de aplicação TS + Sulco, houve um aumento da área foliar nos tratamentos 2 e 5 aos 15 DAE e 2, 3 e 4 aos 30 DAE (Tabela 7).

Na determinação da área foliar aos 60 DAE, a resposta dos tratamentos químicos não variou em cada sistema de aplicação, tanto em vasos assim como em rizotron (Tabela 7). No experimento de vasos, não observou-se diferença entre os sistemas de aplicação e os tratamentos químicos 2, 3 e 4 apresentaram maior de área foliar que a testemunha. Já nos rizotrons, o sistema de aplicação TS + Sulco apresentou incremento em área foliar quando comparado ao Sulco e apenas os tratamentos químicos 2 e 3 foram superiores a testemunha.

O maior desenvolvimento de plantas em função da aplicação do tratamento 2 observado na variável altura de plantas ficou ainda mais evidente na variável área foliar. A aplicação de abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol (tratamento 2) na associação TS + Sulco resultou em incremento de área foliar na magnitude de 18,2% e 23% nos vasos e rizotrons, respectivamente, aos 60 DAE. Além disso, cabe destacar o bom desenvolvimento de plantas em função da aplicação do tratamento 4 aos 60 DAE no experimento de vasos, onde o incremento de área foliar chegou a 18,7%, mesmo que este tratamento não tenha apresentado níveis significativos de controle dos nematóides estudados, levando a crer que o mesmo pode apresentar efeitos que transcendem o controle de pragas, doenças e nematóides, mas também atuar indiretamente em algum evento na fisiologia da planta, com benefícios no crescimento e desenvolvimento da mesma.

Balardín et al. (2011) já haviam observado resposta semelhante àquelas encontradas nesse trabalho onde os tratamentos com fipronil + tiofanato metílico + piraclostrobina (T4) e abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol (T2) aplicados via semente proporcionaram aumento na estatura de planta, massa seca radicular e área foliar em relação à testemunha. Esse efeito parece ter sido potencializado na associação de TS + Sulco e presença de nematóides no sistema radicular.

Tabela 7 - Área foliar ( $\text{cm}^2 \cdot \text{planta}^{-1}$ ) de plantas de soja conduzidas em vasos aos 15, 30 e 60 (DAE) e em rizotrons aos 60 DAE, em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012.

15 DAE - Vasos												
Sistemas de aplicação (SA) <sup>2</sup>	Tratamentos químicos (TQ) <sup>1</sup>										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	788,86	bB <sup>3</sup>	928,82	bAB	1055,13	bA	1000,63	bA	1014,82	bA	957,65	c
TS + Sulco	951,88	aB	1237,94	aA	1126,39	bAB	1116,55	bAB	1235,33	aA	1133,62	b
Sulco	984,36	aC	1301,67	aAB	1348,06	aA	1268,93	aAB	1131,34	abBC	1206,88	a
Média TQ	908,37	b	1156,14	a	1176,53	a	1128,70	a	1127,16	a		
30 DAE - Vasos												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	3385,42	aC	3625,05	aB	3720,46	aAB	3937,80	aA	3596,60	aBC	3653,07	ns
TS + Sulco	3499,20	aB	3830,00	aA	3792,80	aA	3862,00	abA	3713,20	aAB	3739,44	
Sulco	3590,20	aA	3718,20	aA	3704,80	aA	3724,40	bA	3571,60	aA	3661,84	
Média TQ	3491,61	c	3724,42	ab	3739,35	ab	3841,40	a	3627,13	b		
60 DAE - Vasos												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	5622,60	aA	6115,48	aA	6028,00	aA	6274,18	aA	5997,60	aA	6007,57	ns
TS + Sulco	5648,50	aC	6676,80	aAB	6419,40	aAB	6709,30	aA	6004,32	aBC	6291,66	
Sulco	5574,40	aB	6205,54	aAB	6157,26	aAB	6381,70	aA	5958,68	aAB	6055,52	
Média TQ	5615,17	c	6332,61	ab	6201,55	ab	6455,06	a	5986,87	bc		
60 DAE - Rizotrons												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	4634,06	aA	5072,81	aA	5174,69	aA	5182,81	aA	5178,44	aA	5048,56	ab
TS + Sulco	4586,88	aB	5640,94	aA	5269,38	aAB	5225,00	aAB	5235,00	aAB	5191,44	a
Sulco	4597,19	aA	4968,13	aA	4960,00	aA	4808,13	aA	4691,25	aA	4804,94	b
Média TQ	4606,04	b	5227,29	a	5134,69	a	5071,98	ab	5034,90	ab		

<sup>1</sup>Tratamentos químicos: 1 - Testemunha; 2 - Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g i.a.  $\text{ha}^{-1}$ ); 3 - Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g i.a.  $\text{ha}^{-1}$ ); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g i.a.  $\text{ha}^{-1}$ ); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g i.a.  $\text{ha}^{-1}$ ). <sup>2</sup>Sistema de aplicação: TS (tratamento de sementes), TS + Sulco (tratamento de sementes + sulco = duas vezes a dose para todos os tratamentos), Sulco (aplicação no sulco a 7 cm de profundidade). <sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Coeficientes de variação (%): 15 DAE - Vasos = 5,69; 30 DAE - Vasos = 4,49; 60 DAE - Vasos = 7,57; 60 DAE - Rizotron = 5,09.

As variáveis massa fresca e seca de parte aérea apresentaram interação significativa entre os fatores estudados aos 30 e 60 DAE, respectivamente, nos experimentos conduzidos em vasos (Tabela 8 e 9) e rizotron (Tabela 10). Não houve incremento em massa fresca de parte aérea com a aplicação dos tratamentos químicos em Sulco aos 30 DAE. Nos outros sistemas de aplicação, os tratamentos 3 e 4 em TS e 3, 4 e 5 em TS + Sulco tiveram plantas com maior massa fresca de parte aérea (Tabela 8). Aos 60 DAE, todos os tratamentos químicos foram superiores a testemunha quando foi feita a aplicação TS + Sulco em ambos os

experimentos. Porém, a aplicação dos tratamentos químicos em Sulco não mostrou aumento em massa seca de parte aérea nos experimento em vasos (Tabela 9) e em rizotron ocorreu incremento somente nos tratamentos químicos 2 e 3 (Tabela 10). Em TS, os tratamentos 2, 4 e 5 apresentaram maior massa seca de parte aérea que a testemunha, no experimento em vasos (Tabela 9), porém no experimento em rizotron isso aconteceu apenas com o tratamento 4 (Tabela 10).

Tabela 8 - Massa fresca da parte aérea (g/planta) de plantas de soja conduzidas em vasos aos 15, 30 e 60 dias após a emergência (DAE), em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012.

15 DAE												
Sistemas de aplicação (SA) <sup>2</sup>	Tratamentos químicos (TQ) <sup>1</sup>										Média SA	
	1		2		3		4		5			
TS	3,25	bC <sup>3</sup>	4,14	bB	4,76	aA	4,42	aAB	4,47	aAB	4,21	b
TS + Sulco	3,68	abB	4,62	aA	4,88	aA	4,77	aA	4,81	aA	4,55	a
Sulco	3,83	aB	4,67	aA	4,97	aA	4,66	aA	4,47	aA	4,52	a
Média TQ	3,58	c	4,48	b	4,87	a	4,62	ab	4,58	ab		
30 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1		2		3		4		5			
TS	28,30	aC	31,32	aBC	34,05	aAB	36,46	aA	28,97	bC	31,82	b
TS + Sulco	29,27	aC	32,32	aBC	36,49	aAB	39,99	aA	35,66	aAB	34,75	a
Sulco	29,80	aA	32,07	aA	33,45	aA	30,72	bA	29,79	bA	31,17	b
Média TQ	29,12	c	31,90	bc	34,66	ab	35,72	a	31,47	c		
60 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1		2		3		4		5			
TS	176,81	aB	206,58	bA	197,50	bAB	214,75	abA	204,00	aA	199,93	b
TS + Sulco	184,25	aB	226,00	aA	219,58	aA	224,50	aA	209,33	aA	212,73	a
Sulco	178,50	aB	199,15	bAB	202,92	abA	197,50	bAB	194,13	aAB	194,44	b
Média TQ	179,85	b	210,58	a	206,66	a	212,25	a	202,48	a		

<sup>1</sup>Tratamentos químicos: 1 – Testemunha; 2 – Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 3 – Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>). <sup>2</sup>Sistema de aplicação: TS (tratamento de sementes), TS + Sulco (tratamento de sementes + sulco = duas vezes a dose para todos os tratamentos), Sulco (aplicação no sulco a 7 cm de profundidade). <sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Coeficientes de variação (%): 15 DAE = 4,36; 30 DAE = 8,56; 60 DAE = 5,75.

Nas demais avaliações de massa fresca e seca de parte aérea não houve interação entre os fatores estudados. Assim, aos 15 DAE, maior massa fresca de parte aérea foi obtida em plantas que receberam TS + Sulco ou Sulco, sendo que todos os tratamentos químicos apresentaram incremento em massa fresca de parte aérea em relação à testemunha (Tabela 8). O mesmo ocorreu para a massa seca de parte aérea, no entanto não houve diferenciação entre



os sistemas de aplicação (Tabela 9). Aos 30 DAE, plantas que receberam TS + Sulco apresentaram maior massa seca de parte aérea e apenas o tratamento químico 5 não foi superior a testemunha (Tabela 9). Aos 60 DAE a aplicação em TS + Sulco também aumentou a massa fresca das plantas conduzidas em vaso (Tabela 8) e em rizotron (Tabela 10), em relação aos outros sistemas de aplicação e todos os tratamentos químicos foram melhores que a testemunha.

Vale destacar que o tratamento 2 teve seu efeito mais pronunciado na associação TS + Sulco, comparado a TS ou Sulco em aplicações isoladas para massa fresca e massa seca de parte aérea com incrementos de 22,65% e 21,87%, respectivamente, aos 60 DAE no ensaio conduzido em vasos. Além disso, desempenho semelhante foi observado no tratamento 4, onde a associação TS + Sulco resultou em maior acúmulo de massa fresca e seca, 21,84% e 20,64%, respectivamente, quando comparados à testemunha sem aplicação aos 60 DAE. Os dados encontrados em rizotrons aos 60 DAE corroboram com aqueles obtidos em vasos, onde novamente o tratamento 2, em associação TS + Sulco, promoveu o maior desenvolvimento de plantas expressado em acúmulo de massa seca e fresca entre todas as combinações analisadas (Tabela 12).

Em contraste com os resultados encontrados nesse trabalho, Cabrera et al. (2009) não observaram diferenças significativas no peso de raízes e parte aérea entre plantas tratadas com abamectina e plantas sem tratamento químico de *Pratylenchus zae* em milho, *Meloidogyne incognita* em algodão e *Heterodera schachtii* em beterraba açucareira, indicando que a inoculação de nematóides sozinha não afetou o desenvolvimento radicular e da parte aérea das plantas. Já Monfort et al. (2006) obtiveram maior altura de planta e acúmulo de massa com 10 a 100 g abamectina 100 kg<sup>-1</sup> de sementes do que em plantas não tratadas aos 45 dias após o plantio. A razão pelas diferenças entre os dois trabalhos pode estar relacionada com idade da planta e também a densidade de inoculo utilizada nos ensaios.

Tabela 9 - Massa seca da parte aérea (g/planta) de plantas de soja conduzidas em vasos aos 15, 30 e 60 dias após a emergência (DAE), em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012.

15 DAE												
Sistemas de aplicação (SA) <sup>2</sup>	Tratamentos químicos (TQ) <sup>1</sup>										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	0,55	aB <sup>3</sup>	0,65	aAB	0,70	aA	0,69	aAB	0,72	aA	0,66	a
TS + Sulco	0,59	aB	0,74	aA	0,76	aA	0,74	aA	0,72	aAB	0,71	a
Sulco	0,60	aB	0,76	aA	0,78	aA	0,73	aAB	0,72	aAB	0,72	a
Média TQ	0,58	b	0,71	a	0,75	a	0,72	a	0,72	a		
30 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	4,45	aB	5,02	aAB	5,15	aAB	5,47	abA	4,86	aAB	4,99	b
TS + Sulco	4,64	aB	5,39	aAB	5,38	aAB	5,96	aA	5,48	aAB	5,37	a
Sulco	4,71	aA	5,11	aA	5,18	aA	5,10	bA	4,82	aA	4,98	b
Média TQ	4,60	b	5,17	a	5,24	a	5,51	a	5,05	ab		
60 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	30,25	aC	34,84	bAB	32,65	bBC	36,39	aA	33,75	aAB	33,573	b
TS + Sulco	30,77	aC	37,50	aA	36,57	aAB	37,12	aAB	34,17	aB	35,227	a
Sulco	31,00	aA	33,70	bA	33,92	bA	32,94	bA	32,45	aA	32,8015	b
Média TQ	30,67	c	35,34	a	34,38	ab	35,48	a	33,46	b		

<sup>1</sup>Tratamentos químicos: 1 – Testemunha; 2 – Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 3 – Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>). <sup>2</sup>Sistema de aplicação: TS (tratamento de sementes), TS + Sulco (tratamento de sementes + sulco = duas vezes a dose para todos os tratamentos), Sulco (aplicação no sulco a 7 cm de profundidade). <sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Coeficientes de variação (%): 15 DAE = 12,13; 30 DAE = 7,11; 60 DAE = 3,37.

Tabela 10 - Massa fresca e massa seca da parte aérea (g/planta) de plantas de soja conduzidas em rizotron aos 60 dias após a emergência (DAE), em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012.

Massa fresca												
Sistemas de aplicação (SA) <sup>2</sup>	Tratamentos químicos (TQ) <sup>1</sup>										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	156,50	aB <sup>3</sup>	171,42	bAB	167,44	bAB	178,65	bA	168,19	bAB	168,44	b
TS + Sulco	169,89	aB	203,75	aA	191,89	aA	195,79	aA	187,75	aAB	189,81	a
Sulco	163,75	aB	184,50	bA	180,75	abAB	174,63	bAB	171,67	bAB	175,06	b
Média TQ	163,38	c	186,56	a	180,03	ab	183,02	ab	175,87	b		
Massa seca												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	27,99	aB	29,87	cAB	29,80	bAB	32,41	abA	30,54	bAB	30,12	b
TS + Sulco	29,23	aB	36,62	aA	33,20	aA	35,10	aA	34,91	aA	33,81	a
Sulco	28,01	aB	33,40	bA	32,02	abA	30,98	bAB	30,81	bAB	31,04	b
Média TQ	28,41	b	33,30	a	31,67	a	32,83	a	32,09	a		

<sup>1</sup>Tratamentos químicos: 1 - Testemunha; 2 - Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 3 - Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiadicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>). <sup>2</sup>Sistema de aplicação: TS (tratamento de sementes), TS + Sulco (tratamento de sementes + sulco = duas vezes a dose para todos os tratamentos), Sulco (aplicação no sulco a 7 cm de profundidade). <sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Coeficientes de variação (%): Massa fresca = 4,03; Massa Seca = 5,70.

Para a variável massa fresca de raiz, a resposta dos tratamentos químicos variou em cada sistema de aplicação apenas aos 30 DAE (Tabela 11). Na aplicação como TS e TS + Sulco somente o tratamento 4 foi superior a testemunha. Porém, na aplicação em Sulco, nenhum tratamento químico proporcionou incremento em massa fresca de raiz (Tabela 11). Aos 15 DAE, o sistema de aplicação TS + Sulco foi superior aos demais e todos os tratamentos químicos aumentaram a massa fresca de raiz em relação à testemunha (Tabela 11). A maior proteção do sistema radicular pela associação de TS + Sulco mostra que o padrão utilizado pelo mercado hoje, que é basicamente via tratamento de semente, não garante uma proteção completa e que esse novo modo de aplicação pode potencializar a proteção radicular contra pragas, patógenos e também nematóides, refletindo-se positivamente no desenvolvimento da planta como um todo.

Tabela 11 - Massa fresca de raiz ( $\text{g.planta}^{-1}$ ) de plantas de soja conduzidas em vasos aos 15 e 30 dias após a emergência (DAE), em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012.

15 DAE												
Sistemas de aplicação (SA) <sup>2</sup>	Tratamentos químicos (TQ) <sup>1</sup>										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	1,10	aB <sup>3</sup>	1,72	bA	1,76	cA	2,01	bA	1,92	bA	1,70	b
TS + Sulco	1,30	aC	2,41	aB	2,51	aAB	2,76	aA	2,36	aB	2,27	a
Sulco	1,32	aC	2,00	bAB	2,19	bA	1,98	bAB	1,81	bB	1,86	b
Média TQ	1,24	c	2,05	b	2,15	ab	2,25	a	2,03	b		

30 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	8,86	aB	9,94	aAB	9,92	aAB	11,08	bA	9,75	aAB	9,91	ns
TS + Sulco	9,43	aB	9,51	aB	9,83	aB	14,14	aA	10,38	aB	10,66	
Sulco	9,68	aA	9,30	aA	9,88	aA	10,36	bA	9,40	aA	9,72	
Média TQ	9,32	b	9,58	b	9,88	b	11,86	a	9,84	b		

<sup>1</sup>Tratamentos químicos: 1 - Testemunha; 2 - Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 3 - Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>). <sup>2</sup>Sistema de aplicação: TS (tratamento de sementes), TS + Sulco (tratamento de sementes + sulco = duas vezes a dose para todos os tratamentos), Sulco (aplicação no sulco a 7 cm de profundidade). <sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Coeficientes de variação (%): 15 DAE = 12,33; 30 DAE = 12,78.

O nível populacional de *Meloidogyne javanica* aos 30 e 60 DAE no experimento de vasos não apresentou interação significativa entre os fatores estudados (Tabela 12). Considerando os sistemas de aplicação, não houve diferença estatística nas duas avaliações. Ao analisar-se os tratamentos químicos pode-se observar que somente o tratamento 2 apresentou diferença significativa em relação à testemunha, independentemente da forma de aplicação (TS, TS + Sulco ou Sulco) aos 30 e 60 DAE. Esse comportamento foi um pouco diferenciado ao observado no campo, onde a associação TS + Sulco se destacou frente às demais formas de aplicação em avaliações mais tardias. Uma possível explicação pode ser que em condições de campo a degradação de ativo é mais intensa que em ambiente controlado por ações bióticas e abióticas, e por isso os tratamentos com maior quantidade de ativo (TS + Sulco) parecem promover um controle mais prolongado em comparação aos demais (TS e Sulco). Dessa forma, é interessante que se façam ensaios em condições controladas e de campo para verificar essas diferenças de controle em função das condições em que o produto é submetido e a influência deste na sua performance de controle.

Tabela 12 - Nível populacional de *Meloidogyne javanica* em 5 g de raízes de soja conduzidas em vasos aos 30 e 60 DAE, em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012.

30 DAE												
Sistemas de aplicação (SA) <sup>2</sup>	Tratamentos químicos (TQ) <sup>1</sup>										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	37,5	aA <sup>3</sup>	11,8	aB	17,5	aAB	25,0	aAB	30,0	aAB	24,4	ns
TS + Sulco	41,3	aA	10,0	aB	20,0	aAB	22,5	aAB	22,5	aAB	23,3	
Sulco	40,0	aA	13,8	aB	22,5	aAB	30,0	aAB	30,0	aAB	27,3	
Média TQ	39,6	a	11,8	c	20,0	bc	25,8	abc	27,5	ab		
60 DAE												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	507,5	aA	130,0	aB	467,5	aA	575,0	aA	442,5	aA	424,5	ns
TS + Sulco	485,0	aA	42,5	aB	270,0	aAB	412,5	aA	392,5	aA	320,5	
Sulco	555,0	aA	71,3	aB	420,0	aA	400,0	aA	552,5	aA	399,8	
Média TQ	515,8	a	81,3	b	385,8	a	462,5	a	462,5	a		

<sup>1</sup>Tratamentos químicos: 1 - Testemunha; 2 - Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 3 - Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>). <sup>2</sup>Sistema de aplicação: TS (tratamento de sementes), TS + Sulco (tratamento de sementes + sulco = duas vezes a dose para todos os tratamentos), Sulco (aplicação no sulco a 7 cm de profundidade). <sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Coeficientes de variação (%): 30 DAE = 42,45 e 60 DAE = 42,86.

Já para o ensaio conduzido em rizotrons, onde foi realizada apenas uma avaliação aos 60 DAE, verificou-se que a redução do nível populacional de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* variou com o tratamento químico em cada sistema de aplicação (Tabela 13). Para *Pratylenchus brachyurus*, não houve redução do nível populacional com a aplicação dos tratamentos químicos em TS ou SULCO. No entanto com a aplicação conjunta de ambos, houve uma redução em 56,2% e 65% com os tratamentos químicos 2 e 5, respectivamente. Para *Meloidogyne javanica*, apenas o tratamento químico 2 apresentou redução populacional em TS e Sulco, na proporção de 68,7% e 58,1%, respectivamente. Já em TS + Sulco os tratamentos químicos 2 e 3 reduziram a população de nematóides em 80,1% e 68%, respectivamente.

Tabela 13 - Nível populacional de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* em 5 g de raízes de soja conduzidas em rizotrons aos 60 DAE, em função de diferentes tratamentos químicos e sistemas de aplicação. Santa Maria, UFSM, 2012.

<i>Pratylenchus brachyurus</i>												
Sistemas de aplicação (SA) <sup>2</sup>	Tratamentos químicos (TQ) <sup>1</sup>										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	2302,5	bA <sup>3</sup>	1825,0	aA	2275,0	abA	2772,5	aA	2072,5	aA	2249,5	ab
TS + Sulco	3635,0	aA	1592,5	aB	3145,0	aA	2945,0	aA	1272,5	aB	2518,0	a
Sulco	1922,5	bA	1560,0	aA	1862,5	bA	2197,5	aA	1870,0	aA	1882,5	b
Média TQ	2620,0	a	1659,2	c	2427,5	ab	2638,3	a	1738,3	bc		

<i>Meloidogyne javanica</i>												
Sistemas de aplicação (SA)	Tratamentos químicos (TQ)										Média SA	
	1	2	3	4	5							
TS	1085,0	aA	339,5	aB	1025,0	aA	1145,0	aA	835,0	aA	885,9	a
TS + Sulco	802,5	aAB	252,5	aCD	152,5	cD	985,0	abA	460,0	aBC	530,5	b
Sulco	753,8	aA	316,5	aB	502,5	bAB	613,8	bAB	440,0	aAB	525,3	b
Média TQ	880,4	a	302,8	b	560,0	b	914,6	a	578,3	b		

<sup>1</sup>Tratamentos químicos: 1 - Testemunha; 2 - Avicta Completo (abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol - 30 + 42 + 1,5 + 1,2 + 9 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 3 - Cropstar + Derosal Plus (imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram - 63 + 189 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 4 - Standak Top (fipronil + tiofanato-metflico + piraclostrobina - 30 + 27 + 3 g i.a. ha<sup>-1</sup>); 5 - Furadan 350 FS + Derosal Plus (carbofurano + carbendazim + tiram - 420 + 18 + 42 g i.a. ha<sup>-1</sup>). <sup>2</sup>Sistema de aplicação: TS (tratamento de sementes), TS + Sulco (tratamento de sementes + sulco = duas vezes a dose para todos os tratamentos), Sulco (aplicação no sulco a 7 cm de profundidade). <sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Coeficientes de variação (%): *Pratylenchus brachyurus* = 19,38 e *Meloidogyne javanica* = 51,48.

Os autores Kubo et al. (2012) também verificaram eficiência significativa de controle a partir do tratamentos de sementes a base de tiodicarbe e abamectina, como tiodicarbe + imidacloprido, tiodicarbe + imidacloprido + clothianidin, thiodicarbe 350 e thiametoxam 350 FS + abamectin 500 FS, para a proteção das raízes contra a penetração das formas infestantes de *Rotylenchulus reniformis* até os 44 dias após a inoculação.

A elevada eficácia da abamectina no controle de nematóides pode ser relacionada com as observações anteriores que relataram a sua ação na inibição da eclosão de ovos e paralisa de juvenis (J2) (CAYROL; DJIAN; FRANKOWSKI, 1993). Além disso, estudos de laboratório demonstraram que a abamectina pode causar paralisia irreversível em nematóides do gênero *Meloidogyne* sp. e que concentrações crescentes aumentam mortalidade de nematóides, e conseqüentemente, a sua eficácia de controle (FASKE; STARR, 2006). Um bioensaio realizado pela Monfort et al. (2006) em condições controladas mostraram redução nos índices de galha causadas por *Meloidogyne incognita* com o aumento nas concentrações de abamectina. Esse fato podem explicar o maior desempenho do tratamento 2, cuja abamectina está presente na sua composição, quando aplicado na associação de TS + Sulco.

Além disso, Faske; Starr (2007) verificaram que a grande maioria da abamectina aplicada via tratamento de sementes permanece aderida ao tegumento das sementes. Quando as raízes crescem para fora dessa região efetivamente protegida pela abamectina, as mesmas se tornam sensíveis a infecção e colonização de nematóides presentes nesse local. Assim, segundo os autores, uma alternativa para superar essa limitação seria a adoção de uma tecnologia de aplicação que compensasse a imobilidade da abamectina no interior do solo, além da combinação com outros nematicidas sistêmicos e/ou com maior mobilidade no solo.

## 5 CONCLUSÕES

A associação da aplicação TS + Sulco promoveu maior controle de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica*.

A associação de TS + Sulco resultou em maior efeito residual dos produtos, especialmente aos tratamentos abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol e imidacloprido + tiodicarbe + carbendazim + tiram.

A tecnologia de aplicação via sulco foi mais efetiva quando comparada ao TS para o tratamento abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol no controle de *Meloidogyne javanica*.

O tratamento com abamectina + tiametoxam + fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol promoveu maiores níveis de controle, com benefícios expressivos no desenvolvimento das plantas.

O tratamento fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina apresentou baixos níveis de controle de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica*, porém com benefícios no desenvolvimento das plantas.

A resposta da tecnologia de aplicação depende das características dos produtos e do nematóide analisado.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADKINS, S. W.; BOERSMA, M.; LAW, M. Relationship between vigour tests and emergence of soybean when grown under a range of seedbed moisture conditions. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.36, p. 93-97, 1996.

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. San Diego: Academia Press, 2005. 922 p.

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.

ALVES, T. C. U. et al. Reação de cultivares de soja ao nematóide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus*. **Revista Biodiversidade**, v. 10, p. 73-79, 2011.

ANDREI Editora Ltda. **Compêndio de Defensivos Agrícolas** – Guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola, 7ª ed. - São Paulo, SP, Organização Andrei Editora Ltda. 1141 p., 2005.

ARAÚJO, F. F. et al. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 220-224, 2012.

BALARDIN, R. S. et al. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, v.41, pp. 1120-1126, 2011.

BESSI, R.; SUJIMOTO, F. R.; INOMOTO, M. M. Seed treatment affects *Meloidogyne incognita* penetration, colonization and reproduction on cotton. **Ciência Rural**, v.40, p. 1428-1430, 2010.

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

CABRERA, J. A. et al. Efficacy of abamectin seed treatment on *Pratylenchus zaeae*, *Meloidogyne incognita* and *Heterodera schachtii*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 116, 124 –128, 2009.

CAMPOS, H. D.; ROCHA, M. R. Reação de genótipos de milho (*Zea mays* L.) aos nematóides de galhas (*Meloidogyne javanica* e *M. incógnita*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 29, p. 13-17, 1999.

CAYROL, J. C., DJIAN, J. P. FRANKOWSKI, C. Efficacy of abamectin B1 for the control of *Meloidogyne arenaria*. *Fundamental & Applied Nematology*, v.16, p.239-246, 1993.  
CHARCHAR, J. M.; ARAGÃO, F. A. S. Sequência de cultivos no controle de *Meloidogyne javanica* em campo. **Nematologia Brasileira**, v. 27, p. 81-86, 2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Levantamento de grãos 2011/2012**. 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 12 ago. 2012.

DIAS, W. P. et al. **Nematóides de importância para a soja no Brasil**. Rondonópolis: EMBRAPA, 2006. p. 139-151. (Boletim de Pesquisa de Soja).

DIAS, W. P. et al. **Nematóides em Soja: Identificação e Controle**. Londrina: EMBRAPA, 2010. 8p. (Circular Técnica Embrapa).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil**. Londrina: EMBRAPA, 2001. 245p. (Documento, 146).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil**. 2003. In: Sistema de Produção. Londrina: Embrapa Soja 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 12 ago. 2012.

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

FASKE, T. R.; STARR, J. L. Cotton root protection from plant-parasitic nematodes by abamectin treated seed. **Journal of Nematology**, v. 39, p. 27-30, 2007.

FERNANDES, J. M. C. As doenças das plantas e o sistema plantio direto. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v. 5, p. 317-352, 1997.

FERRAZ, L. C. C. B. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* a três cultivares de soja. **Nematologia Brasileira**, v. 19, p. 1-8, 1995.

FERRAZ, L. C. C. B. **As meloidogynoses da soja: passado, presente e futuro.** In: FERRAZ, L. C. C. B. et al. *Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja.* Londrina: EMBRAPA/ SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 2001. p. 15-38.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- FAO  
FAOSTAT. **Production crops.** Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/home/index.html>>. Acesso em: 12 ago. 2012.

GOULART, A. M. C. et al. **Aspectos gerais sobre nematóides-das-lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*).** Planaltina: EMBRAPA, 2008. 30p. (Documentos, 219).

HAMIDA, A. O. et al. Evaluation of the nematicidal effects of a biotechnological product (abamectin) on *Meloidogyne incognita*, root-knot nematode infecting cowpea plants. **Pakistan Journal of Nematology**, v. 24, p. 75-79, 2006.

HENNING, A. A. et al. **Tratamento de sementes de soja com fungicida.** Londrina: EMBRAPA, 1991. 4 p. (Comunicado Técnico, 49)

INOMOTO, M. M. et al. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, v. 30, p. 39-44, 2006.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas.** 8.ed. São Paulo: Nobel, 1992, 314 p.

KATSANTONIS, D.; HILLOCKS, R. J.; GOWEN, S. Comparative effect of root-knot nematode on severity of Verticillium and Fusarium wilt in cotton. **Phytoparasitica**, v.31, p.154 -162, 2003.

KOENNING, S. R. et al. Effects of a low rate of aldicarb on soybean and associated pest interactions in fields infested with *Heterodera glycines*. **Nematropica**, v. 28, p. 205-211, 1998.

KOENNING, S. R. et al. Plant-parasitic nematodes attacking cotton in the United States: Old and emerging production challenges. **Plant Disease**, v. 88, p.100–113, 2004.

KÖPPEN, W. **Climatología.** Buenos Aires: Fondo de Cultura, 1948. p. 152-192

KUBO, K. R. et al. Efeito do tratamento de sementes no controle de *Rotylenchulus Reniformis* em dois cultivares de algodão. **Arquivo Instituto Biológico**, v.79, p.239-245, 2012.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. 398 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Brasil Projeções do Agronegócio 2010/2011 a 2020/2021**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 12 ago. 2012.

MIRANDA, L. D. et al. Controle químico de nematóides em soqueira de cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v.24, p.55-58, 2000.

MIRANDA, L. D.; GARCIA, V. Efeito da época de aplicação de nematicidas em soqueira de cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v.26, p.177-180, 2002.

MONFORT, W. S. et al. Efficacy of a novel nematicidal seed treatment against *Meloidogyne incognita* on cotton. **Journal of Nematology**, v.38, p. 245-249, 2006.

MOREIRA, W. A. et al. Aplicação de abamectina como alternativa de controle químico do nematóide-das-galhas em melão. In: EMBRAPA Semi-Árido. Petrolina, 2008. Disponível em: [http://www.cpatsa.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/OPB836.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB836.pdf) Acesso em: 20 ago. 2012.

MUNKVOLD, G. P. Seed Pathology Progress in Academia and Industry. **Annual Review of Phytopathology**, v. 47, p. 285-311, 2009.

NASSER, L. C. B. et al. **Fungicidas para o tratamento de sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. Planaltina: EMBRAPA, 1984. (Comunicado Técnico, 40).

NIBLACK, T. L. et al. Shift in virulence of soybean cyst nematode is associated with use of resistance from PI 88788. **Plant Health Progress**, Online. 2008

NOVARETTI, W. R.T. et al. Controle químico de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus Zeae* em cana-de-açúcar com carbofurano e terbufós. **Nematologia Brasileira**, v.22, p.60-74, 1998.

NOVARETTI, W. R. T.; REIS, A. M. Influência do método de aplicação de nematicidas no controle de *Pratylenchus zae* em soqueiras de cana-de-açúcar e definição dos níveis de dano e de controle. **Nematologia Brasileira**, v.33, p.83-89, 2009.

NUNES, H. T. et al. Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, p. 403-409, 2010.

OLIVEIRA, F. S. Efeito de produtos químicos e naturais sobre a população de nematóide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, p.171-178, 2005.

QIAO, K. et al. Effect of abamectin on root-knot nematodes and tomato yield. **Pest Management Science**, v. 68, p.853–857, 2012.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL (38: 2010, Cruz Alta.. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2011/2012**. Cruz alta: Fundacep Fecotrigo, 2010, 168p.

RIBEIRO, N.R. et al. Avaliação da reação de genótipos de soja ao nematóide das lesões radiculares. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 29, 2007, Campo Grande, MS. **Resumos.....**Londrina: Embrapa Soja/ Uniderp, 2007. p.62-63. (Embrapa Soja. Documentos).

RITZINGER C. H. S. P.; FANCELLI, M. Manejo Integrado de nematóides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 331-338, 2006.

SILVA, M.T.B. Inseticidas na proteção de sementes e plantas. **SEEDNews**, v.2, p. 26-27, 1998.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the softwatre assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURA, 7., 2009, Reno. **Anais...** Reno: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

STEFFEN, R. B. et al. Efeito da abamectina e carbofurano no controle de danos causados por *Meloidogyne graminicola* em plantas de arroz irrigado. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.18, p. 56-69, 2011.

STRECK, E.V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2008. 126 p.

STIRLING, G. R. **Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes**. Brisbane : CAB International, 1991. 282p.

THIES, J. A. et al. Seeding date, carbofurano, and resistance to root-lesion nematode affect alfalfa stand establishment. **Crop Science**, v. 32, p. 786–792, 1992.

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

VALE, F.X.R. et al. **Quantificação de doenças - Quant**: versão 1.0.1. Viçosa: UFV, 2001. Software.

VALIENTE, A. R. et al. Assessment of yield losses due to root-knot nematode species in soybean. **International Nematology Network Newsletter**, v. 7, p. 42-43, 1990.

VITTI, A. J. **Tratamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) com abamectina, tiabendazol e acibenzolar-S-metil no manejo de nematóides**. 2009, 120 p. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

XING, L.; WESTPHAL, A. Interaction of *Fusarium solani* f. sp. *glycines* and *Heterodera glycines* in sudden death syndrome of soybean. **Phytopathology**, v.96, p.763 - 770, 2006.

XING, L.; WESTPHAL, A. Effects of crop rotation of soybean with corn on severity of sudden death syndrome and population densities of *Heterodera glycines* in naturally infested soil. **Field Crops Research**, v.112, p.107–117, 2009.