

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFICÁCIA DE TIODICARBE, CADUSAFÓS E  
CONDICIONADOR DE SOLO VIA TRATAMENTO DE  
SEMENTES E/OU SULCO DE PLANTIO NO CONTROLE DE  
NEMATÓIDES NA CULTURA DE SOJA**

**Carlos Cesar de Oliveira Guarnieri  
Engenheiro Agrônomo**

**2018**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFICÁCIA DE TIODICARBE, CADUSAFÓS E  
CONDICIONADOR DE SOLO VIA TRATAMENTO DE  
SEMENTES E/OU SULCO DE PLANTIO NO CONTROLE DE  
NEMATOIDES NA CULTURA DE SOJA**

**Carlos Cesar de Oliveira Guarnieri**

**Orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

**2018**

Guarnieri, Carlos Cesar de Oliveira  
G264 e Eficácia de tiodicarbe, cadusafós e condicionador de  
solo via tratamento de sementes e/ou sulco de plantio no  
controle de nematoides na cultura de soja / Carlos Cesar  
de Oliveira Guarnieri. -- Jaboticabal, 2018  
viii, 73 p. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual  
Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,  
2018

Orientador: Pedro Luiz Martins Soares  
Banca examinadora: Bruno Flavio Figueiredo Barbosa,  
Rita De Cássia Panizzi  
Bibliografia

1. *Glycine max*. 2. Nematoides. 3. tiodicarbe. I. Título. II.  
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias.

CDU 633.34:595.13



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** EFICÁCIA DE TIODICARBE, CADUSAFÓS E CONDICIONADOR DE SOLO VIA TRATAMENTO DE SEMENTES E/OU SULCO DE PLANTIO NO CONTROLE DE NEMATOIDES NA CULTURA DE SOJA

**AUTOR:** CARLOS CESAR DE OLIVEIRA GUARNIERI

**ORIENTADOR:** PEDRO LUIZ MARTINS SOARES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PEDRO LUIZ MARTINS SOARES  
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Pesquisador Dr. BRUNO FLÁVIO FIGUEIREDO BARBOSA  
Consultor Autônomo em Nematologia / Jaboticabal/SP

Profa. Dra. RITA DE CÁSSIA PANIZZI  
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 14 de junho de 2018

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Carlos Cesar de Oliveira Guarnieri, natural de Mogi Mirim-SP, nascido em 06 de abril de 1988, é engenheiro agrônomo formado em 2011 pela Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal. Durante a graduação foi bolsista FAPESP na área de Produção Vegetal. Após formado atuou profissionalmente em empresas de defensivos agrícolas como Ihara, DuPont e Rotam do Brasil, trabalhando com as culturas de cana-de-açúcar, amendoim, citros, soja e milho. Ingressou no mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) em 2016 pela Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, dedicando-se aos estudos de controle de nematoides na cultura de soja.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, em especial aos meus pais Maria Goreti de Oliveira Guarnieri e Cesar Sidney Guarnieri, meu irmão Matheus Aparecido de Oliveira Guarnieri e minha namorada Maria Eduarda Guarnieri Sechinato, por me educarem, apoiarem e dedicarem todo o amor possível para me fazer feliz.

Aos amigos da República Power Guido por toda a ajuda e acolhida durante o período de desenvolvimento desta dissertação. A amizade de vocês foi essencial para meu sucesso.

Ao Engenheiro Agrônomo Gabriel Baroni Costa Souza, que além de colega de trabalho é um grande amigo, responsável por grande parte da execução desta dissertação.

Ao Professor Pedro Luiz Martins Soares que dedicou seu tempo e atenção sempre que solicitado, sendo um ótimo orientador.

Aos amigos do Laboratório de Nematologia, principalmente ao Junior e ao “China”, que tiveram muito trabalho com o grande número de análises nematológicas que eu demandei para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas e amigos de trabalho da Estação Experimental da Rotam, em especial ao Renato Paes Junior, Luciano Kajihara, Tamara Ribeiro, Ana Paula dos Santos, Juarez dos Santos e Luiz Pedro. Por me ajudarem em todas as demandas, seja na execução, seja no auxílio técnico para todos os assuntos.

E à Rotam do Brasil, pela oportunidade de cursar o mestrado conciliando com minha rotina de trabalho na empresa.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	3
INTRODUÇÃO .....	3
REVISÃO DE LITERATURA .....	4
Soja .....	4
Nematoides em soja .....	5
<i>Pratylenchus brachyurus</i> .....	6
<i>Meloidogyne</i> spp.....	7
<i>Heterodera glycines</i> .....	9
Medidas de controle .....	10
Controle cultural.....	11
Controle biológico .....	12
Controle genético.....	12
Controle químico.....	13
Uso de condicionadores de solo .....	16
OBJETIVO GERAL .....	17
REFERÊNCIAS.....	17
<b>CAPÍTULO 2 - EFICÁCIA DE TIODICARBE, CADUSAFOS E CONDICIONADOR DE SOLO VIA TRATAMENTO DE SEMENTES E SULCO DE PLANTIO NO CONTROLE DE <i>Pratylenchus brachyurus</i> NA CULTURA DE SOJA</b> .....	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
1. INTRODUÇÃO.....	24
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	26

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
<b>CAPÍTULO 3 - EFICÁCIA DE TIODICARBE, CADUSAFOS E CONDICIONADOR DE SOLO VIA TRATAMENTO DE SEMENTES E SULCO DE PLANTIO NO CONTROLE DE <i>Meloidogyne incognita</i> NA CULTURA DE SOJA .....</b>	<b>44</b>
RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
1. INTRODUÇÃO .....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	48
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
<b>CAPÍTULO 4 - EFICÁCIA DE TIODICARBE, CADUSAFOS E CONDICIONADOR DE SOLO VIA TRATAMENTO DE SEMENTES E SULCO DE PLANTIO NO CONTROLE DE <i>Heterodera glycines</i> NA CULTURA DE SOJA .....</b>	<b>60</b>
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
1. INTRODUÇÃO.....	62
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	68
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
<b>CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>73</b>



## EFICÁCIA DE TIODICARBE, CADUSAFÓS E CONDICIONADOR DE SOLO VIA TRATAMENTO DE SEMENTES E/OU SULCO DE PLANTIO NO CONTROLE DE NEMATOIDES NA CULTURA DE SOJA

**RESUMO** - os principais métodos de controle de nematoides na cultura de soja atualmente utilizados são a resistência ou tolerância genética da planta, a rotação/sucessão de culturas resistentes/não hospedeiras e poucos são os estudos com o uso de produtos químicos/biológico e condicionadores de solo. Um dos métodos adotados para a aplicação de nematicida químico nas lavouras de soja é a aplicação via tratamento de sementes, porém os estudos de controle com este método, na grande maioria dos casos, apontam período de proteção de até 30 dias após a emergência das plantas, e na maioria das vezes tem trazido resultados insatisfatórios. A aplicação de nematicida químico, no sulco de plantio, ou associação do tratamento de sementes com a aplicação no sulco de plantio, pode melhorar os resultados de eficácia e eficiência, todavia esta técnica é pouco estudada no Brasil para a cultura de soja, conseqüentemente são poucos trabalhos que comprovem essas características nos produtos disponíveis atualmente. Também, o uso de um condicionador de solo poderá contribuir com um melhor desenvolvimento radicular, da planta e na eficácia e eficiência do produto nematicida químico. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia e eficiência do nematicidas químicos tiodicarbe, cadusafós e do condicionador de solo Maskio, usados em tratamento de sementes e/ou aplicados no de sulco de plantio, no controle dos nematoides de galha (*Meloidogyne incognita*), de cisto da soja (*Heterodera glycines*) e das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) na cultura de soja. Foram instalados ensaios a campo em áreas naturalmente infestadas pelos nematoides, e em vasos onde foram avaliados o desenvolvimento e produtividade da cultura e a redução na população de nematoides. Nenhum dos tratamentos testados causou sintomas visuais de intoxicação na cultura. Isoladamente, o tratamento de sementes com tiodicarbe ( $600 \text{ mL } 100 \text{ kg sementes}^{-1}$ ) é tão eficaz na redução da população total de *P. brachyurus* nas raízes da soja, quanto o tratamento de sulco com cadusafós ( $4,0 \text{ L ha}^{-1}$ ) ou cadusafós + Maskio ( $4,0 \text{ L ha}^{-1} + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ ). Porém nenhum tratamento aumentou significativamente a produtividade da cultura. Para que haja incremento significativo em produtividade foi necessário associar a aplicação de tiodicarbe na semente e no sulco de plantio para áreas infestadas por *P. brachyurus*. Para áreas com *M. incognita* os tratamentos, de semente ou de sulco, podem ser eficazes no controle e incrementar em produtividade a cultura da soja se utilizados em área com alta infestação de nematoides de galha. A aplicação de tiodicarbe nas sementes foi tão eficaz na redução de cistos de *Heterodera glycines* quanto a aplicação no sulco de plantio de tiodicarbe, cadusafós, Maskio e suas associações. A associação de tiodicarbe nas sementes e uma aplicação no sulco melhorou a eficácia de controle de cistos de *H. glycines*, saindo de 27% de eficácia para tratamento de sementes isolado, para 75% de eficácia para o tratamento com tiodicarbe nas sementes associado ao uso da mesma molécula no sulco de plantio.

**Palavras-chave:** *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus brachyurus*, *Heterodera glycines*, controle químico, *Glycine max*

## EFFECTIVENESS OF THIODICARB, CADUSAFOS AND SOIL CONDITIONER APPLIED IN SEED TREATMENT AND / OR PLANTING GROOVE IN THE CONTROL OF NEMATODES IN SOYBEAN CROP

**ABSTRACT** - The main methods of nematode control in soybean crop currently used are resistance or genetic tolerance, rotation / succession of resistant / non - host crops, and few studies with the use of chemical / biological and soil conditioners. One of the methods adopted for the application of chemical nematicide in soybean crops is the application through seed treatment, but the studies in the control of this method, in the great majority of cases, indicate protection period up to 30 days after the emergence of the plants, in the most of the time it has brought unsatisfactory results. The application of chemical nematicide, in the planting groove, or association of the treatment of seeds with the application in the planting groove, can improve the results of efficacy and efficiency, however this technique is little studied in Brazil for the soybean crop, consequently are few works that prove the effectiveness and efficiency of the currently available products. Also, the use of a soil conditioner may contribute to a better root development of the plant and to the effectiveness and efficiency of the chemical nematicide product. The objective of this study was to evaluate the efficacy and efficiency of the chemical nematicides thiodicarb, cadusafos and the Maskio soil conditioner, used in seed treatment and / or applied to the planting groove, in the control of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*), soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) and root-lesion nematode (*Pratylenchus brachyurus*) on soybean crop. Field trials were carried out in areas naturally infested by nematodes, and in pots where the development and productivity of the crop and the reduction in the nematode population were evaluated. None of the treatments tested causes visual symptoms of intoxication in the culture. Seed treatment with thiodicarb (600 mL 100 kg seed<sup>-1</sup>) is as effective in reducing the total population of *P. brachyurus* in soybean roots as in grouper treatment with cadusafos (4.0 L ha<sup>-1</sup>) or cadusafos + Maskio (4.0 L ha<sup>-1</sup> + 2.0 L ha<sup>-1</sup>). However, no treatment significantly increases the productivity of the crop. In order to have a significant increase in productivity it is necessary to associate the application of thiodicarb in the seed and in the planting groove to areas infested by *P. brachyurus*. For areas with *M. incognita*, seed or planting groove treatments may be effective in controlling and increasing soybean productivity if used in an area with high root-knot nematode infestation. The application of thiodicarb in the seeds is as effective in the reduction of *Heterodera glycines* cysts as the application in the planting groove of thiodicarb, cadusafos, Maskio and their associations. The association of thiodicarb in seeds and a planting groove treatment improves the control efficacy of *H. glycines*. Leaving 27% efficacy for isolated seed treatment, to 75% efficacy for treatment with thiodicarb in seeds associated with the use of the same molecule in the planting groove.

**Key words:** *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus brachyurus*, *Heterodera glycines*, chemical control, *Glycine max*

## CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

### Introdução

A produção de soja *Glycine max* (L.) Merr. no território brasileiro tem aumentado consideravelmente, sendo que a estimativa para safra 2016/2017 é de 113,9 milhões de toneladas, em 33,9 milhões de hectares plantados (CONAB, 2017). O uso de altas tecnologias e suas constantes renovações permitiu ao Brasil alcançar posição de destaque no cenário mundial, sendo o segundo maior produtor de soja do mundo (EMBRAPA, 2016).

Há fatores diversos que afetam a produtividade da cultura, destacando-se os edafoclimáticos e as ocorrências de pragas e doenças. Dentre estes, os nematoides parasitos de raízes, tais como espécie(s) de *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus* entre outras, tem sido muito frequente. Além de danos diretos que causam às plantas, reduzindo-lhes o crescimento e podendo torná-las totalmente improdutivas, tais organismos muitas vezes interagem com outros patógenos e/ou oportunistas de solo (fungos e bactérias), facilitando-lhes a entrada nos sistemas radiculares parasitados podendo aumentar ainda mais as perdas (FERRAZ, 2001).

Observações de campo mostram que as perdas totais com nematoides podem ocorrer em lavouras sob situações que favoreçam muito o parasitismo. Em anos com boa precipitação durante a fase vegetativa da soja, por exemplo, não raro ocorre um bom desenvolvimento, porém superficial, do sistema radicular das plantas. O grande volume de raízes permite o aumento intenso da população do nematoide, de forma que, havendo na sequência do ciclo da cultura a ocorrência de veranicos, podem acontecer efeitos drásticos, inclusive com morte de grande número de plantas (ASMUS, 2001).

A primeira frente de combate a este problema deve ser a adoção de medidas fitossanitárias, que incluem limpeza de equipamentos, uso de material de plantio isento de nematoides e procedimentos quarentenários (FERRAZ et al., 2010).

## Revisão de Literatura

### Soja

A soja é originária das regiões central e norte da China, onde ocorreu a sua domesticação. No Brasil, o primeiro cultivo ocorreu em 1882 no estado da Bahia. O IAC/SP (Instituto Agrônomo de Campinas) foi pioneiro em estudos com a cultura, promovendo distribuição de sementes aos produtores rurais. A grande expansão da soja ocorreu nos anos 70 passando a ocupar vasta área de cerrado na região centro-oeste do Brasil (FERRAZ, 2001).

Trata-se de uma planta anual com caule ereto, o ciclo de vida pode variar, sendo que no Brasil a maioria das cultivares apresenta ciclo de 90 a 140 dias. O ciclo de vida está dividido em duas fases: vegetativa que é o período de emergência até a abertura das primeiras flores; e a fase reprodutiva que compreende o período da floração até a maturação. A temperatura para germinação ótima é em torno de 30°C, podendo variar segundo a cultivar, onde ocorre o aparecimento dos cotilédones acima da superfície do solo, 5 a 7 dias após a semeadura (COSTA, 1996).

Para um bom desenvolvimento da planta, a temperatura do ar deve variar entre 20 e 30°C, sendo a temperatura ideal para crescimento e desenvolvimento em torno de 30°C. Temperaturas abaixo de 20°C prejudicam a germinação e emergência, assim como temperaturas iguais ou abaixo de 10°C tornam seu crescimento praticamente nulo. Já temperaturas acima de 40°C aumentam a taxa de crescimento e causam distúrbios na floração e capacidade de retenção das vagens, bem como acelera a maturação da planta (EMBRAPA SOJA, 2010).

É uma planta herbácea, de caule ereto, ramificado e piloso. Possui raiz pivotante com muitas ramificações. Com exceção ao primeiro par de folhas simples no nó acima do nó cotiledonar, possui folhas trifolioladas, dispostas em nós alternados. As flores são autógamas e de coloração variando entre branca e roxa. Suas vagens são levemente arqueadas, que vão mudando de coloração à medida que amadurecem, de verde passam a ter coloração marrom, e podem apresentar até cinco sementes, que são lisas, com formato elíptico ou globosas, de coloração amarela e possuem hilo preto, marrom ou amarelo-palha. As cultivares de soja podem

apresentar três tipos de crescimento: determinado (após o florescimento a planta cessa seu crescimento e apresenta florescimento uniforme na planta inteira), indeterminado (após o florescimento a planta continua seu crescimento e o florescimento é desuniforme, escalonado de baixo para cima) e ainda, semideterminado (mesclando característica de cultivares determinados e indeterminados), sendo no Brasil quase a totalidade das cultivares utilizadas com crescimento determinado (ABPPF, 2004).

Seu porte é dependente das condições ambientais, assim como do cultivar. O porte ideal encontra-se entre 60 a 110 centímetros, altura que dificulta o acamamento e facilita a colheita mecânica (NEPOMUCENO; FARIAS; NEUMAIER, 2017).

Dados do décimo levantamento de grãos (Julho/2017) da CONAB apontam que a área plantada com soja na safra 2016/17 apresentou um incremento de 1,9% em comparação com o verificado na safra 2015/16, alcançando 33,889 milhões de hectares e a produtividade média de 3,36 toneladas/hectares ou 56 sacas/ha. O efeito dessas ocorrências no cômputo geral da safra brasileira apontou para este exercício uma produção de 113,93 milhões de toneladas, um acréscimo de 19,4% em relação à safra anterior. Espera-se, pois, que o Brasil exporte aproximadamente 62,4 milhões de toneladas em 2017. O consumo interno está estimado em 41,5 milhões de toneladas. O estoque de passagem da safra 2016/17 está estimado em 25 milhões de toneladas. Entre os estados brasileiros, os maiores produtores na safra 2016/2017 foram Mato Grosso (30,5 milhões de toneladas), Paraná (19,5 milhões de toneladas), Rio Grande do Sul (18,7 milhões de toneladas), Goiás (10,8 milhões de toneladas) e Mato Grosso do Sul (8,6 milhões de toneladas) (CONAB, 2017).

### **Nematoides em soja**

Mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas a cultivos de soja em todo mundo. Entretanto, no Brasil os nematoides mais frequentes e prejudiciais à cultura têm sido o das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & S. Stekhoven), os formadores de galha

(*Meloidogyne* ssp.), o nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Hichinohe), e o reniforme (*Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira) (DIAS et al., 2010).

### ***Pratylenchus brachyurus***

Existem mais de 60 espécies de *Pratylenchus*, descritas, e este é considerado o segundo gênero de maior importância agrícola no Brasil, onde foi citado como prejudicial já no início na década de 1960, na cultura do milho (*Zea mays* L.), está amplamente disseminado pelo país e tornou-se um grande problema por ser uma espécie muito polífaga, parasitando desde gramíneas, leguminosas, olerícolas, cafeeiro, e a plantas daninhas (LORDELLO, 1988).

O nematoide das lesões radiculares (*P. brachyurus*), é a espécie mais frequente em várias culturas no Brasil. Pertence à família Pratylenchidae e teve seu primeiro relato feito no estado do Hawaii, nos Estados Unidos em 1929. Trata-se de uma espécie cosmopolita e muito comum nas regiões tropicais e subtropicais. Loof (1991) e Roman e Hirschmann (1969) descrevem a espécie da seguinte maneira: apresenta tamanho aproximado de 0,5 mm, calda em forma hemisférica com término liso, campos laterais marcados por quatro estrias, face (disco oral + anel labial apical, em vista frontal) forma uma superfície quase plana, região labial angulada, ligeiramente deslocada do corpo e apresentando dois anéis, sendo o anel da base mais estreito, nódulos basais do estilete massivos e arredondados, vulva posicionada na região mais posterior e gônada desprovida de espermateca funcional.

Seu ciclo de vida é dividido em fase juvenil e fase adulta, com seis estádios: ovo, quatro estádios juvenis e adulto. Indivíduos juvenis medem de 0,3 a 0,45 mm, enquanto adultos medem entre 0,5 e 0,7 mm. Uma fêmea adulta deposita dentro das raízes da planta atacada ou no solo entre 70 a 80 ovos, dos quais eclodem juvenis de segundo estágio. O terceiro e quarto estágio ocorrem quando o nematoide está parasitando a planta, para então, posteriormente, se transformar em adulto (FERRAZ, 1999). Possui reprodução por partenogênese mitótica, pois os machos são muito raros nas populações. O ciclo de vida varia de 3 a 4 semanas, sendo o mais curto nas faixas de temperatura de 26 a 30°C. Solos arenosos favorecem a movimentação e o desenvolvimento da espécie. Plantas atacadas por *P. brachyurus*

apresentam forte redução no número de raízes onde surgem lesões necróticas escuras e espessas. Com sistema radicular deficiente os reflexos são sintomas diretos na parte aérea como nanismo, enfezamento, clorose e baixa produtividade (FERRAZ et al., 2010).

Embora a intensidade dos sintomas apresentados pelas lavouras de soja atacadas por *P. brachyurus* seja dependente de alguns fatores, como por exemplo, a textura do solo, em geral o que chama a atenção é a presença, ao acaso, de reboleiras onde as plantas ficam menores, mas continuam verdes. As raízes das plantas parasitadas apresentam-se, parcial ou totalmente, escurecidas. Isso se deve ao ataque às células do parênquima cortical, onde o patógeno injeta toxinas durante o processo de alimentação. A movimentação do nematoide na raiz também desorganiza e destrói células. O nematoide das lesões radiculares é amplamente disseminado no Brasil. Contudo, quase não existem estudos sobre os efeitos do seu parasitismo nas diversas culturas. No caso da soja, especialmente no Brasil Central, as perdas têm aumentado muito nas últimas safras. O nematoide foi beneficiado por mudanças no sistema de produção e a incorporação de áreas com solos de textura arenosa (menor que 15% de argila) aumentou a vulnerabilidade da cultura (DIAS et al., 2010). O *P. brachyurus* é o nematoide mais encontrado em áreas de soja no estado do Mato Grosso, com frequência de 96%. Já no estado do Mato Grosso do Sul, tem frequência de 82, 79 e 87% nas cidades de Chapadão do Sul, Costa Rica e São Gabriel do Oeste, respectivamente (ASMUS, 2004; RIBEIRO; MIRANDA; FAVORETO, 2011), onde as perdas da produção da soja causadas pelo nematoide chegam a 30% (DIAS et al., 2010).

### ***Meloidogyne* spp.**

As espécies de *Meloidogyne* possuem por características principais, o corpo das fêmeas em formato de pera com um longo pescoço. São endoparasitas sedentários descobertos nos tecidos das raízes, dentro das galhas, alimentando-se em células gigante. Fixada no corpo posterior fica a ooteca, ou massa gelatinosa de ovos, podendo ser externa ou internamente na raiz. Por sua vez os machos são vermiformes com uma espécie de capa na região do lábio, estilete e bulbos basais

bem desenvolvidos, sem bursa. Geralmente são raros devido a reprodução partenogenética, exceto quando a fonte de alimento é escassa. Os juvenis são abundantes no solo, atacam uma grande quantidade de plantas hospedeiras e são um dos mais conhecidos e sérios problemas na agricultura mundial. Suas principais características são o estilete delicado, cauda conóide ou pontuda, com reentrâncias. Causam danos diretos ou indiretos na planta hospedeira, afetando a resistência da planta a outros patógenos na raiz (TIHOHOD, 1997).

O ciclo de vida do nematoide começa com o ovo, dentro do qual é formado o primeiro juvenil, a partir do desenvolvimento embrionário, denominado juvenil de primeiro estágio J1, e caracteriza-se por não apresentar sistema reprodutivo maduro, ele sofrerá a primeira ecdise dentro do ovo tornando-se juvenil de segundo estágio J2, que eclode do ovo, após perfurar a casca com estilete. O J2 movimenta-se no solo em busca da planta hospedeira e passa a se alimentar nela, ele ainda sofrerá mais duas ecdises, formando juvenis de terceiro e quarto estágios (J3 e J4) e, este último sofre a última ecdise originando a forma adulta, macho ou fêmea. A duração do ciclo de vida de ovo a ovo é muito variável entre os nematoides. Entretanto, para a maioria das espécies, é de duas a quatro semanas, dependendo das condições ambientais (FERRAZ et al., 2010). Nas lavouras de soja atacadas por nematoides de galha, geralmente observam-se manchas em reboleiras, onde as plantas afetadas ficam pequenas e amareladas. As folhas das plantas afetadas podem apresentar manchas cloróticas ou necroses entre as nervuras, caracterizando a folha ``carijó``. Pode não ocorrer redução no tamanho das plantas, mas, por ocasião do florescimento, nota-se intenso abortamento de vagens e amadurecimento prematuro das plantas. Em anos onde acontecem o ``veranico`` na fase de enchimento de grãos, estes tendem a ser menores (DIAS et al., 2010). De forma semelhante ao que ocorre com as demais plantas suscetíveis, a principal alteração observada em plantas de soja parasitadas por espécies de *Meloidogyne* é, sem dúvida, a formação de tecidos tumorais ou neoplásticos nas raízes, comumente conhecidos por galhas (ASMUS, 2001).

Entre os nematoides de galhas, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* são as espécies mais importantes para a cultura de soja no Brasil. *Meloidogyne javanica* tem ocorrência generalizada, enquanto *M. incognita* predomina em áreas cultivadas anteriormente com café ou algodão (DIAS et al., 2010).



### ***Heterodera glycines***

O nematoide de cisto da soja (NCS, *H. glycines*), pertence à ordem Tylenchida, família Heteroderidae, sendo considerado parasita obrigatório que estabelece com o hospedeiro uma relação semi-endoparasita sedentária (TIHOHOD, 1993).

Por reproduzir-se por anfimixia, apresenta dimorfismo sexual, sendo o macho atraído pela fêmea por intermédio de feromônio. O ciclo de vida do NCS apresenta seis estádios: ovo, quatro estádios larvais e a forma adulta. A forma infectiva é o juvenil de segundo estágio (J2) que penetra na raiz até o cilindro vascular, onde desenvolve estrutura alimentar (ENDO, 1992). O ciclo total possui aproximadamente 30 dias, podendo ocorrer variações dependentes das condições ambientais, com destaque para a temperatura ambiente e a umidade do solo, como principais limitadores. Temperaturas de 34°C ou acima podem interromper o ciclo vital do nematoide. A umidade do solo próxima à capacidade de campo e fatores químicos como exsudatos radiculares estimulam a eclosão de juvenis (YOUNG, 1992).

Foi detectado pela primeira vez no Brasil na safra de 1991/92. Atualmente, está presente em cerca de 150 municípios de 10 Estados (MG, MT, MS, GO, SP, PR, RS, BA, TO e MA). Estima-se que a área com o nematoide seja superior a 3,0 milhões de ha. Entretanto, existem muitas propriedades isentas do patógeno, localizadas em municípios considerados infestados. Assim, a prevenção ainda é importante.

O NCS penetra nas raízes da planta de soja e dificulta a absorção de água e nutrientes, resultando em porte reduzido das plantas e clorose na parte aérea, daí a doença ser conhecida como nanismo amarelo da soja. Os sintomas aparecem em reboleiras, geralmente, próximo de estradas ou carreadores. Em muitos casos, as plantas de soja acabam morrendo. Por outro lado, em regiões com solos mais férteis e boa distribuição de chuva, os sintomas na parte aérea podem não se manifestar. Assim, o diagnóstico definitivo exige sempre a observação do sistema radicular. Na planta parasitada, o sistema radicular fica reduzido e apresenta, a partir dos 30-40 dias após a semeadura da soja, minúsculas fêmeas do nematoide, com formato de limão ligeiramente alongado e coloração branca. Com o passar do tempo, a coloração vai mudando para amarelo, marrom claro e, finalmente, a fêmea morre e seu corpo se

transforma em uma estrutura dura de coloração marrom escura, denominada cisto, que se desprende da raiz e vai para o solo. Cada cisto contém, em média, cerca de 200 ovos. Por ser muito leve e apresentar alta resistência à deterioração e à dessecação, o cisto constitui-se numa unidade muito eficiente de disseminação e sobrevivência. Cada ovo tem no seu interior um juvenil de segundo estágio, para o qual devem estar voltadas todas as medidas de controle (DIAS et al., 2010).

### **Medidas de controle**

Em razão das diversas características inerentes aos nematoides, exterminá-los é praticamente impossível, e a adoção de medidas de controle apenas reduzirá sua população, permitindo o cultivo de espécies suscetíveis. A prevenção constitui o princípio mais importante e a melhor linha de defesa para o controle de nematoides. Significa impedir a disseminação do nematoide de campo para campo, de fazenda para fazenda ou de um país para outro. É preferível prevenir a disseminação do nematoide a tratar uma área já infestada (FERRAZ et al., 2010).

Em geral, os métodos de controle de nematoides utilizados são: quarentena (evitar a entrada e disseminação), alqueivar o solo, rotação/sucessão de culturas resistentes e/ou não hospedeiras, cultivares resistentes, controle químico e biológico. Entretanto a eficácia varia de acordo com o método e as condições, ao contrário dos insetos, os nematoides tem pouca oportunidade de migrar para novas áreas por conta própria. Portanto quarentenas e saneamento são particularmente importantes para prevenção e introdução de nematoides em uma nova área. Uma vez presente em um local são quase impossíveis de erradicar. O controle de nematoides, com uso de diferentes métodos, é importante para o sucesso na redução dos danos causados por este fitoparasito (ARAÚJO; BRAGANTE; BRAGANTE, 2012). Muitos métodos de gerenciamento dos nematoides visam reduzir temporariamente o número de nematoides para a safra. A ocorrência de múltiplas espécies em uma área pode ser um problema, uma vez que diferentes espécies podem ou não responder ao método de controle. Por exemplo, uma cultivar pode ser resistente a uma espécie, mas boa hospedeira para outra (MACSORLEY, 2002).

## Controle cultural

Dentre os métodos de controle culturais, a rotação/sucessão de culturas resistentes e/ou não hospedeiras, é uma das principais estratégias de manejo de nematoides, embora a polifagia da espécie pode limitar as opções de culturas a serem utilizadas. Por isso deve-se planejar muito bem qual a cultura a ser usada em sucessão ou rotação com a soja, utilizando culturas não multiplicadoras (INOMOTO, 2008).

Debiasi et al. (2016) constataram que o cultivo de espécies de crotalárias (*Crotalaria ochroleuca* G. Don, *C. juncea* L. e *C. spectabilis* Roth) ou o consórcio *C. spectabilis* com milho [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.], durante a entressafra de soja, reduz a densidade populacional e os danos causados pelos nematoides às plantas de soja, caracterizando essas espécies como não multiplicadoras para *P. brachyurus*. Assim como Inomoto et al. (2006) demonstraram a mesma característica para a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e o amaranto (*Amaranthus cruentus* L.). Milho e aveia preta ainda podem ser utilizados para a formação de palhada no sistema de plantio direto.

Deve-se ressaltar que milho, aveia preta, amaranto e algumas espécies de crotalária são hospedeiras e alimentam os nematoides, permitindo sua reprodução, porém em níveis baixos. Já a *C. spectabilis* e *C. breviflora*, que além de terem o benefício de serem utilizadas como adubo verde, são umas das poucas plantas não multiplicadoras de *P. brachyurus*, apresentando fator de reprodução para o nematoide igual a 0,18 e 0,26 respectivamente, resultando em uma diminuição populacional do nematoide na área (INOMOTO, 2008; INOMOTO et al., 2006; MOTTA, 2005).

Asmus et al. (2016) obtiveram menor número de nematoides das lesões radiculares presentes nas amostras quando realizaram a seguinte sucessão de culturas: *C. spectabilis* – milho semeado no outono – soja, e *C. spectabilis* – milho semeado na primavera – soja.

## Controle biológico

DeBach (1968) define controle biológico como “a ação de parasitoides, predadores e patógenos na manutenção da densidade de outro organismo a um nível mais baixo do que aquele que normalmente ocorreria nas suas ausências”.

Os nematoides parasitos de plantas apresentam vários inimigos naturais, como nematoides predadores, fungos, vírus, ácaros e bactérias (STIRLING, 1991), porém entre o organismo predador ou parasita e a presa há uma especificidade (GRAMINHA et al., 2001).

Costa (2015) obteve em laboratório alta taxa de parasitismo de ovos, juvenis e adultos de *P. brachyurus* utilizando o fungo *Catenaria* sp. em placa de Petri. Já sementes de milho tratadas com o fungo *Pochonia chlamydosporia* apresentaram melhor resultado no controle de *P. brachyurus*, em vasos com milho plantado. Nunes et al. (2010) observaram atividade moderada de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) e *P. chlamydosporia* no controle de *M. incognita* em soja.

## Controle genético

O controle genético se dá pelo uso da resistência genética à praga pelo hospedeiro, sendo o meio mais eficaz e econômico para o controle de doenças e pragas (YORINORI, 1997).

Há de se diferenciar resistência de tolerância, onde resistência é definido de acordo com Parlevliet (1997) como sendo “a habilidade do hospedeiro em impedir e/ou reduzir o desenvolvimento e multiplicação do patógeno”, enquanto Caldwell et al. (1958) define tolerância como “a capacidade das plantas suportarem a doença sem perdas severas em produtividade ou qualidade”, contudo, ocorre o desenvolvimento e multiplicação do patógeno, como na cultivar suscetível.

Pedrosa, Hussey e Boerma (1994) definem o desenvolvimento e uso de genótipos com resistência genética como um método efetivo de se limitar perdas de rendimento de soja causadas por *Meloidogyne* spp.. Porém, a maioria dos genótipos de soja cultivados no Brasil tem apresentado histórico de susceptibilidade a *M. javanica* e *M. incognita* (ROESE et al. 2004).

O uso de resistência genética aliada ao emprego de tratamento biológico e químico proporciona incrementos na parte aérea de soja cultivada em solo infestado com *Meloidogyne* spp. (ARAÚJO; BRAGANTE; BRAGANTE, 2012).

O uso de cultivares de soja resistentes à algumas espécies de nematoides, como *H. glycines*, é limitado, pois esta espécie apresenta grande variabilidade genética. Com isso, se plantadas por várias safras seguidas, deixam de ser efetivas. Para reduzir a pressão de seleção sobre a população do nematoide, o plantio de cultivares resistentes deve ser intercalado com o uso de planta não hospedeira e uma cultivar de soja suscetível (CAVINESS, 1992; RIGGS; HAMBLE, 1962).

Embora o uso de tecnologias venha crescendo cada vez mais na produção de soja, até o momento desse estudo não há relatos de cultivares de soja resistentes à *P. brachyurus*, apenas cultivares com baixo fator de reprodução para o mesmo, como as cultivares BRS GO Chapadões, M-SOY 8378, M-SOY 8360RR, MG/BR 46 Conquista e M-SOY 8800 (RIBEIRO et al., 2007). Silva (2014) constatou que as cultivares UFUS Guará e UFUS 37 tiveram fator de reprodução estatisticamente iguais aos da crotalaria padrão utilizada.

Ribeiro et al. (2007) sugerem que as cultivares que apresentem tolerância ao nematoide das lesões radiculares sejam utilizadas apenas em áreas com baixa ou moderada infestação, já que não apresentam resistência ao nematoide.

## **Controle químico**

O controle químico consiste na aplicação no solo, no ato do plantio, na semente ou com antecedência de 15 a 20 dias do plantio, de substâncias conhecidas como nematicidas. Quando se trata de substâncias voláteis que se expandem no solo em todas as direções, são também denominadas fumigantes. Em geral os nematicidas podem reduzir até 90% da população de nematoides no solo, sendo a erradicação quase impossível. As culturas são naturalmente mais vulneráveis aos efeitos dos nematoides quando se acham nas fases iniciais, com as plantas jovens. O principal objetivo do emprego dos nematicidas, obviamente, está em reduzir os prejuízos diretamente causados pelos nematoides (LORDELLO, 1988).

Tratamento de sementes consiste na aplicação de produtos químicos ou agentes físicos diretamente nas sementes, com a finalidade de proteção à patógenos e pragas ou ainda manutenção ou melhora do desempenho das sementes (MACHADO et al., 2006). Existem vários nematicidas de natureza sistêmica dos grupos químicos carbamatos e organofosforados disponíveis no mercado para tratamento de sementes que foram desenvolvidos e registrados contribuindo para o controle de nematoides, especialmente quando associado a outras práticas de manejo (RIBEIRO; MIRANDA; FAVORETO, 2011).

Carbamatos e organofosforados são inibidores da enzima acetilcolinesterase, impedindo a inativação do neurotransmissor acetilcolina. Com isso, ocorre uma superestimulação das terminações nervosas e causa a hiper excitação, seguido de convulsão e paralisação do indivíduo, provocando sua morte (GUEDES, 2017). A grande maioria apresenta classe toxicológica I (extremamente tóxico) e periculosidade ambiental II (muito perigoso). Os produtos químicos com ação nematicida, com registro para a cultura da soja, disponíveis no Brasil, são os aplicados no tratamento de sementes: imidacloprido + tiodicarbe (Cropstar 600 SC), tiodicarbe (Saddler 350 SC) e abamectina (Avicta 500 FS). Também está disponível o nematicida cadusafós (Rugby 200 CS), cuja aplicação é recomendada, segundo o fabricante, no sulco de plantio, abaixo das sementes (AGROFIT, 2017).

O mercado de nematicida no Brasil atingiu cerca de US\$ 224 milhões em 2011, o que correspondeu a cerca de 2,7 % do mercado de defensivos do Brasil. A maior parte das vendas está voltada para a cultura da soja, milho e cana-de-açúcar seguidos em menor grau, pelo café e algodão. Os principais ativos utilizados no Brasil são: terbufós, dazomete, brometo de metila, carbosulfano, fenamifos, abamectina, tiodicarbe, cadusafós, carbofurano e benfuracarbe. A identificação das melhores oportunidades exigirá que as empresas atuantes no mercado de nematicidas adotem um olhar mais minucioso e detalhado sobre as necessidades dos agricultores, em seus diferentes cultivos, e sobre o seu próprio desempenho frente aos competidores, para que assim possam definir estratégias e direcionar recursos para as áreas mais promissoras (THE KLINE GROUP, 2013).

Produtos com ação nematicida à base de avermectina (abamectina) e metilcarbamato de oxima (tiodicarbe) são utilizados na cultura da soja via tratamento

de sementes (MONFORT et al., 2006; CABRERA et al., 2009; KUBO; MACHADO; OLIVEIRA, 2012). Além de diminuir os custos de produção, a aplicação concentrada no tratamento de semente permite diminuir a contaminação do meio ambiente e no caso dos produtos biológicos viabiliza sua aplicação devido à baixa quantidade utilizada (HENNING, 2005). Bessi, Sujimoto e Inomoto (2010) comprovaram que esta técnica pode ser aplicada para o controle de nematoides obtendo bons resultados no uso de abamectina no tratamento de sementes para controle de *M. incognita* na cultura do algodão.

Em um estudo realizado, Bortolini et al. (2013) obtiveram significativa redução populacional de *P. brachyurus* e do fator de reprodução com o tratamento de sementes de soja com abamectina e imidacloprido+tiodicarbe.

Kinloch (1974) encontrou no tratamento nematicida um meio viável de melhorar o desempenho da soja em solos infestados com *M. incognita*, sendo que a combinação do tratamento nematicida e cultivar resistente atingiu máxima produtividade.

Minton e Parker (1975) em experimento de interação de quatro cultivares de soja com subsolagem e tratamento nematicida verificaram que é necessário o uso de nematicida, quando ocorre compactação do solo e presença de nematoides na área, para atingir o máximo de produtividade da soja.

A eficácia do controle químico varia de acordo com a forma de aplicação do mesmo. Corte et al. (2014) concluíram que o uso de nematicidas em tratamento de sementes em conjunto com a aplicação em sulco de plantio resulta em um maior efeito residual no controle populacional de nematoides, porém afirmam que a resposta à tecnologia de aplicação depende das características de cada produto utilizado e da espécie de nematoide presente na área. No mesmo estudo, a tecnologia de aplicação via sulco foi mais efetiva quando comparada ao tratamento de sementes para o tratamento com abamectina no controle de *Meloidogyne javanica*.

Embora haja diversos resultados com controle químico, ainda há poucas informações sobre o uso combinado de tratamento de sementes e a aplicação no sulco de plantio em soja. Há principalmente carência de informações que comprovem o retorno econômico com uso dessas práticas de controle em áreas infestadas, considerando que geralmente os produtos registrados para esses problemas não são

baratos. Portanto, além de comprovar que essas moléculas diminuem inicialmente a população de nematoides nas raízes da soja, é necessário que a adoção destas incremente em produtividade da cultura, trazendo retorno econômico ao agricultor.

### **Uso de condicionadores de solo**

“Condicionadores de solo são produtos que promovem a melhoria das propriedades físicas, físico-químicas ou da atividade biológica do solo” (MAEDA, 2017). Portanto ao utilizá-los favorece-se todo o ambiente do solo, dando melhores condições para o desenvolvimento não apenas da planta, e conseqüentemente maior proteção, auxiliando no controle dos nematoides, mas também favorecendo o desenvolvimento de organismos predadores, parasitas ou competidores por espaço e alimento, supressores de nematoides no solo, como fungos e bactérias, entre outros.

São considerados condicionadores de solo resíduos orgânicos incorporados ao solo, o calcário, o gesso agrícola, que promovem a melhoria da estrutura e agregação do solo, e a utilização de aminoácidos, favorecendo o desenvolvimento de organismos presentes no solo (MAEDA, 2017).

Entre os produtos que estão sendo estudados como possíveis condicionadores de solo, encontram-se a escória da siderurgia e lodo celulósico. O primeiro, por conter silicato, pode apresentar efeitos sobre a absorção de alguns nutrientes, enquanto o segundo pode alterar algumas propriedades do solo (MAEDA, 2017).

Os resíduos orgânicos incorporados ao solo podem liberar, em sua decomposição, substâncias de caráter nematicidas, como os ácidos butírico, húmicos, fúlvicos e graxos voláteis (TIHOHOD, 1993). Gaviglia (2013) constatou a eficácia do uso de ácidos húmicos e fúlvicos, em diferentes concentrações, no controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, nas raízes da cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.).

Os aminoácidos podem ser responsáveis por sinalizarem os sistemas de defesa das plantas contra estresses bióticos. Em estudo realizado na cultura de algodão, com cultivares resistente e suscetíveis a *M. incognita*, constatou-se que a concentração de aminoácidos sintetizados nas raízes do cultivar resistente era maior que no cultivar suscetível. Entre os aminoácidos que aumentam no cultivar resistente



estão: leucina, metionina, ácido glutâmico, treonina e histidina (LEWIS; MC CLURE, 1975).

A aplicação foliar e via sulco, no solo de ácido DL- $\beta$ -amino-n-butirico (BABA), um aminoácido, aumentou a resistência do tomateiro a *M. javanica* diminuindo o número de galhas e de ovos nas raízes (OKA; COHEN; SPIEGEL, 1999). DL-metionina e DL-fenilalanina inibiram a eclosão de juvenis de segundo estágio (J2) de massas de ovos *in vitro* de *M. incognita*. No geral, DL-aminoácidos (exceto DL-valina) possuem toxicidade de contato *in vitro* sobre J2. DL-metionina e DL-valina promoveram a redução máxima na formação de galhas nas raízes do tomateiro (PARVATHA-REDDY; GOVINDU; SETTY, 1976).

Apesar de alguns trabalhos encontrados na literatura mundial, no Brasil o uso de condicionadores de solo para manejo de áreas com nematoides ainda é pequeno. Também não há informação sobre o uso destes produtos em conjunto a outros nematicidas ou a outras estratégias de controle.

## Objetivo Geral

Avaliar a eficácia e eficiência de tiodicarbe, cadusafós e um condicionador de solo, via tratamento de sementes e/ou aplicação no sulco de plantio, no controle das principais espécies de nematoides em soja, e sua influência no desenvolvimento e produtividade da cultura.

## REFERÊNCIAS

ABPPF: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO. **Como a Planta de Soja se Desenvolve**. Ilustrando o Desenvolvimento de uma Planta de Soja. p. 21, 2004.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons) . Acesso em: 18 jul. 2017.

ARAUJO, F. F. de; BRAGANTE, R. J.; BRAGANTE, C. E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 220–224, jun. 2012.

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

ASMUS, G. L. Ocorrência de nematoides fitoparasitas em algodoeiro no Estado de Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, v.28, n.1, p.77-86, 2004.

ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M.; BORGES, E. P. Manejo de *Pratylenchus brachyurus* com Crotalária ou Milheto em Área de Produção de Soja. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 73 - Embrapa Agropecuária Oeste**, v. 1, n. 1, p. 141–162, 2016.

BESSI, R.; SUJIMOTO, R. F.; INOMOTO, M. M. Seed treatment affects *Meloidogyne incognita* penetration, colonization and reproduction on cotton. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1428-1430, 2010.

BORTOLINI, G. L.; ARAÚJO, D. V. de; ZAVISLAK, F. D.; JUNIOR, J. R.; KRAUSE, W. Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. **Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer**, v. 9, n. 17, p. 818–830, 2013.

CABRERA, J. A.; KIEWNICK, S.; GRIMM, C.; DABATAT, A. A.; SIKORA, R. A. Efficacy on abamectin seed treatment on *Pratylenchus zaeae*, *Meloidogyne incognita* and *Heterodera schachtii*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, 116 (3), 124-128, 2009.

CALDWELL, R. M. J. F.; SCHAFFER, L. E. C.; PATTERSON, F.L. Tolerance to cereal leaf rusts. **Crop Science**, v. 128, p. 714-715, 1958.

CAVINESS, C.E. Breeding for resistance to soybean cyst nematode. In: RIGGS, R.D.; WRATHER, J.A. (Eds.) **Biology and management of the soybean cyst nematode**, Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1992. p.143-156.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 18 jul. 2017.

CORTE, G. D.; PINTO, F. F.; STEFANELLO, M. T.; GULART, C; RAMOS, J. P. de; BALARDIN, R. S. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos no controle de fitonematoides em soja. **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, p. 1534–1540, 2014.

COSTA, J.A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Ivo Manica e José Antônio Costa (Ed.), 1996.233p.

COSTA, M. A. **Biocontrole de nematoides com fungos**. 2015. ix, 35 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

DEBACH, P. **Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas**. Editora Continental, S.A., México. 927p. 1968.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; JUNIOR, E. U. R.; JUNIOR, A. A. B. Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 10, p. 1720–1728, 2016.

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

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> > Acesso em: 14 jun. 2016

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2011**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 255 p, 2010. (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, n.14).

ENDO, B.Y. Cellular responses to infection. In: RIGGS, R.D.; WRATHER, J.A. (Eds.). *Biology and management of the soybean cyst nematode*. **St. Paul: APS Press**, 1992, p. 37-49.

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

FERRAZ, L. C. C. B. Gênero *Pratylenchus* - Os nematóides das lesões radiculares. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 7, p. 157–195, 1999.

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

GAVIGLIA, T. C. **Eficácia de ácidos húmicos e fúlvicos no controle de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* in vitro e na cultura de cana-de-açúcar em vasos**. 2013. 46f. Tese (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

GRAMINHA, É. B. N.; MAIA, A. S., SANTOS, J. M. dos; CÂNDIDO, R. C.; SILVA, G. S. da; COSTA, A. J. da. Avaliação in vitro da patogenicidade de fungos predadores de nematoides parasitos de animais domésticos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 22, n.11–16, jan./jun. 2001.

GUEDES, R. N. C. Mecanismos de ação de inseticidas. Disponível em: <<http://www.irac-br.org/cursos>>. Acesso em: 18 maio. 2017.

HENNING, A. A. **Patologia e Tratamento de Semente: Noções Gerais**. Londrina: Embrapa, 2005. 52p.

INOMOTO, M. M. Importância do manejo de *Pratylenchus brachyurus*, como manejar nematoides em soja. **Revista Plantio Direto**, v. 108, p. 4-9, 2008.

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

KINLOCH, R.A. Response of soybean Cultivars to nematicidal Treatments os Solis infested with *Meloidogyne incognita*. **The journal of Nematology**. 1974 january;6 (1): 7-11.

KUBO, R. K.; MACHADO, A. C. Z.; OLIVEIRA, C. M. G. Efeito do tratamento de sementes no controle de *Rotylenchulus reniformis* em dois cultivares de algodão. **Arquivos Instituto Biológico**, 59 (1/2), 239- 245, 2012.

LEWIS, S. A.; MC CLURE, M. A. Free amino acids in roots of infected cotton seedlings resistant and susceptible to *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology**, v. 7, n. 5, p. 170–174, 1975.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**. 8. Ed. São Paulo: Nobel,1988.

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

MACHADO, J. C.; WAQUIL, J. M.; SANTOS; J. P. dos; REICHENBACH, J. W. Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas. Embrapa Milho e Sorgo-Artigo. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 232, p. 76–87, 2006.

MACSORLEY, R. **Losses to Nematodes**. University of Florida, Gainesville,Florida, U.S.A. Encyclopedia of Pest Management. Marcel Dekker, Inc. 2002

MAEDA, S. **Condicionadores de solo**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/eucalipto/arvore/CONT000h0181hfh02wx7ha07d3364aqh6z16.html>>. Acesso em 18 mai. 2017.

MINTON, N. A; PARKER, M.B. Interaction of Four Soybean Cultivars with Subsoiling and a Nematicide. **The journal of Nematology**.;7 (1): 60-64, 1975.

MONFORT, W. S.; KIRKPATRICK, T. L.; LONG, D. L.; RIDEOUT, S. Efficacy of a novel nematicidal seed treatment against *Meloidogyne incognita* on cotton. **Journal of Nematology**, 38 (2), 245–249, 2006

MOTTA, L. C. C.; MACHADO, A. C. Z.; INOMOTO, M. M. Opções de adubos verdes para utilização em algodoais infestados por *Pratylenchus brachyurus*. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2005.

NEPOMUCEMO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. **Características da soja**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2008. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_24\\_271020069131.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html)>. Acesso em 25 abr. 2017.

NUNES, H. T.; MONTEIRO, C. H.; POMELA, A.W.V; Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 403-409, 2010.

OKA, Y.; COHEN, Y.; SPIEGEL, Y. Local and systemic induced resistance to the root-knot nematode in tomato by DL-  $\beta$  -amino- n -butyric acid. **Phytopathology**, v. 89, p. 1138–1143, 1999.

PARLEVLIT, J. E. Present concepts in breeding for disease resistance. **Fitopatologia Brasileira**, v.22, p. 7-15, 1997. Suplemento.

PARVATHA-REDDY, P.; GOVINDU, H. C.; SETTY, K. G. H. Studies on the effect of amino acids on the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infecting tomato-. **Indian Journal of Nematology**, v. 5, p. 36–41, 1976.

PEDROSA, E. M. R.; HUSSEY, R. S.; BOERMA, H. R. Response of resistant soybean plant introductions to *Meloidogyne arenaria* races 1 and 2. **Journal of Nematology**, v. 26, n. 1, p. 182-187, 1994.

RIBEIRO, G.C.; NEVES, D.L.; CAMPOS, H.D.; SILVA L.H.C.P.; SILVA, J.C.R.; JR. NUNES, J. Reação de genótipos de soja a *P. brachyurus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 27., 2007, Goiânia, **Resumos...** Piracicaba: Nematologia Brasileira, 2007b. p. 157-158.

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

RIGGS, R.D.; HAMBLEN, M.L. **Soybean cyst nematode host studies in the family Fabaceae**. Arkansas Agricultural Experiment Station Report Series No. 110, 1962.

ROESE, A.D.; OLIVEIRA, R.D.L.; LANES, F.F. Reação de cultivares de soja (*Glycine max* L. Merrill) a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 131-135, 2004.

ROMAN, J.; HIRSCHMANN, H. Morphology and morphometrics of six species of *Pratylenchus*. **Journal of Nematology**, Lawrence, v. 1, n. 4, p. 363-386, 1969.

SILVA, S. L. S. da. **Seleção de genótipos de soja resistentes a raças de *Heterodera glycines* e a *Pratylenchus brachyurus***. 2014. 90 f. Tese (Mestrado em

Engenharia Agrícola – Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis.

STIRLING, G. R. *Biological Control of plant parasitic nematodes: progress, problems and perspets*. Wallingford: **CAB International**, 282 p, 1991.

THE KLINE GROUP. “Nematicidas no Brasil -- Um mercado com potencial para grandes negócios”. Escrito por Elaine Gerchon. 2013. Disponível em: <<http://factordesolucao.com.br/pdf/ArtigoNematicidasnoBrasil.pdf>>. Acesso em 24 jun. 2013.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 372p, 1993.

TIHOHOD, D. **Guia prático para identificação de Fitonematoides**. Jaboticabal :FCAV, FAPESP, p. 132.1997.

WRATHER, J.A.; ANAND, S.C.; DROPKIN, V.H. Soybean cyst nematode control. **Plant Disease**, v. 68, n. 9, p. 929-833, 1984.

YORINORI, J.T. Soja: Controle de doenças. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. **Controle de doenças de plantas: Grandes culturas**. V. 2. Viçosa: UFV, Cap.21, p.953-1024, 1997.

YOUNG, L.D. Epiphytology and life cycle. In: RIGGS, R.D.; WRATHER, J.A. **Biology and management of the soybean cyst nematode**. St. Paul: APS Press, 1992, p. 27-36.

**CAPÍTULO 2 - Eficácia de tiodicarbe, cadusafós e/ou condicionador de solo via tratamento de sementes e sulco de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* na cultura de soja**

CARLOS CESAR DE OLIVEIRA GUARNIERI; GABRIEL BARONI COSTA SOUZA;  
PEDRO LUIZ MARTINS SOARES

**RESUMO** – Diversos fatores afetam direta ou indiretamente a produtividade da soja, dentre eles o parasitismo de nematoides das lesões radiculares se destaca, causando prejuízos em várias regiões produtoras. O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de diversos tratamentos químicos aplicados na semente e/ou no sulco de plantio de soja, em área naturalmente infestada e em vasos contendo terra infestada com *Pratylenchus brachyurus*. Testou-se a aplicação no tratamento de sementes de tiodicarbe e aplicação no sulco de plantio do mesmo, de cadusafós e de um condicionador de solo. Concluiu-se que os tratamentos de sementes e sulco não causam sintomas visuais de intoxicação na cultura. O uso de tratamento de sulco em complemento ao tratamento de sementes incrementa em produtividade da cultura, dependendo dos produtos utilizados. Isoladamente, o tratamento de sementes com tiodicarbe é tão eficaz na redução da população total de *P. brachyurus* nas raízes de soja, quanto o tratamento de sulco com cadusafós ou cadusafós + Maskio. O tratamento de sulco com tiodicarbe complementar ao tratamento de sementes com o mesmo produto foi eficiente no controle de nematoides das lesões radiculares no ensaio em vaso, e incrementou em mais de 9 sacas por hectare a produtividade da soja em área infestada naturalmente pelo nematoide.

**Palavras-chave:** controle químico, nematoide das lesões radiculares, *Glycine max*

**ABSTRACT-** Several factors directly or indirectly affect soybean yield, among them the parasitism of the root lesions nematode stands out causing damage in several soybean producing regions. The present study objectives to evaluate the efficiency of several chemical treatments applied in the seed and in the furrow planting of soybean, in a naturally infested area and in pots with *Pratylenchus brachyurus*. The application in the seed treatment of thiodicarb and application in the furrow planting of it, cadusafos and a soil conditioner were tested. It was concluded that the seed treatments and furrow do not causes visual symptoms of intoxication in the crop. The use of furrow treatment in addition to seed treatment increases crop yield, depending on the products used. In isolation, the seed treatment with thiodicarb is as effective in reducing the total population of *P. brachyurus* in the soybean roots, as the furrow treatment with cadusafos or cadusafos + Maskio. Thiodicarb furrow treatment to complement seed treatment with the same product was efficient in the control of root lesions nematodes in the pot experiment and increased in more than 9 bags per hectare the soybean yield in an area infested naturally by the nematode.

**Key words:** chemical control, root lesion nematode, *Glycine max*

## 1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma cultura de grande importância para o Brasil, onde a sua produção foi estimada na safra 2016/17 em 110,17 milhões de toneladas, ocupando uma área de 33,71 milhões de ha (7).

Dentre os fatores que afetam a produtividade da soja, destacam-se os edafoclimáticos, ataque de pragas e doenças, que podem resultar em perdas de



rendimento de até 90%, dependendo da praga ou doença (15). Entre os fitopatógenos de solo, destacam-se os problemas devido ao ataque de nematoides parasitos de raízes da soja, como o nematoide das lesões radiculares [*Pratylenchus brachyurus* (Godfrey)] Filipjev & Sch. Stekhoven, que além de causar danos diretos, como abundante lesões e necroses nas raízes, menor crescimento das mesmas, da planta e redução na produtividade, também pode facilitar a entrada de fungos e bactérias no sistema radicular da planta, causando maiores perdas (12). As perdas por causa desse nematoide vem aumentando a cada safra devido a mudanças no sistema de produção e utilização de áreas com textura arenosa (11).

Os nematoides são pragas de difícil controle, visto sua capacidade de sobrevivência em restos culturais de safras passadas (10), além da dificuldade de atingi-los na solução do solo e nas raízes das plantas hospedeiras, sendo quase impossível sua erradicação da área infestada. No geral, os métodos de controle mais utilizados são: sucessão/rotação de culturas resistentes ou não hospedeiras, cultivares resistentes, controle químico e biológico (2).

Dentro do controle químico, estão registrados para uso na cultura de soja e disponíveis no mercado vários nematicidas dos grupos dos carbamatos e organofosforados, utilizados para tratamento de sementes e/ou aplicação em sulco de plantio (18).

Resultados interessantes foram observados, com a utilização da mistura imidacloprido + tiodicarbe ( $150\text{g L}^{-1} + 450\text{ g L}^{-1}$  de ingrediente ativo) no tratamento de sementes de soja, onde proporcionaram significativa redução populacional do nematoide e conseqüentemente do fator de reprodução (4). Também, Kubo et al. (16) ao utilizarem tiodicarbe no tratamento de sementes de algodoeiro (*Gossypium*

*hirsutum* L.) observaram redução da população do nematoide reniforme *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira).

Juntamente com o uso de nematicidas, o uso do condicionador de solo favorece a biota do solo, melhorando o ambiente para o desenvolvimento da planta e de organismos competidores por espaço e alimento, predadores e/ou parasitas de nematoides no solo. A aplicação de condicionadores no solo apresentou redução do número de ovos de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, na cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L.), com resultados que chegaram acima de 70% de redução (17).

Assim, o presente estudo teve como objetivos avaliar o impacto, a eficácia e a eficiência da aplicação, na semente e no sulco de plantio, do tiodicarbe, do cadusafós e de um condicionador de solo no controle do nematoide das lesões radiculares (*P. brachyurus*), no desenvolvimento e produtividade da cultura de soja, em área naturalmente infestada e em vasos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento em vasos foi conduzido em área experimental localizada no município de Artur Nogueira-SP (latitude S 22°31'43.5", longitude O 47°07'03.0"), no período de 08/11/2016 a 18/01/2017. Utilizou-se de vasos plásticos de 5 litros preenchidos com terra naturalmente infestada com *P. brachyurus*, coletada no mesmo local dos ensaios de campo (Fazenda Altamira) na cidade de Guaíra-SP que foram mantidos a céu aberto. Essa terra foi homogeneizada e, em seguida, colocada nos vasos, onde foram semeadas 4 sementes da soja NA 5909 RG por vaso.

No ensaio foi utilizado o nematicida Saddler 350 SC (ingrediente ativo tiodicarbe na concentração de 35%) registrado pela Rotam do Brasil Agroquímica para a cultura de soja. Também foi utilizado o nematicida Rugby 200 CS (ingrediente ativo cadusafós na concentração de 20%) registrado pela FMC Química do Brasil Ltda. Como condicionador de solo foi utilizado o Maskio que é um produto formulado a base de micronutrientes quelatizados e aminoácidos, registrado pela Rotam do Brasil Agroquímica. Tem em sua composição boro ( $4,68 \text{ g L}^{-1}$ ) e zinco ( $15,21 \text{ g L}^{-1}$ ), além de 8,5% de L-aminoácidos, que auxiliam o crescimento, equilíbrio nutricional e fisiológico da planta, além de favorecer o desenvolvimento da biota do solo (19).

O tratamento de sementes foi realizado pesando-se um quilo de sementes da soja, que foi colocado em um saco plástico, onde foi aplicado o tiodicarbe ( $0,6 \text{ L } 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ), o fungicida carbendazim+tiram ( $0,2 \text{ L } 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e o inoculante Masterfix a base de bactérias *Bradyrhizobium japonicum* ( $0,1 \text{ L } 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ). Nas sementes utilizadas na testemunha foram aplicados apenas o fungicida carbendazim+tiram e o inoculante Masterfix a base de bactérias *Bradyrhizobium japonicum*, nas mesmas doses dos demais tratamentos.

As aplicações dos produtos via sulco de plantio, foram direcionadas em cima das sementes, utilizando uma lança com ponta Magnojet DDC1, sem defletor, sendo a calda pressurizada com gás  $\text{CO}_2$ , mantendo a pressão constante para uma vazão de  $100 \text{ L ha}^{-1}$ . Foi feita no período da manhã, entre as 9 h 30 min. e 10 h 30 min do dia 08/11/2016.

Durante o período de realização do estudo, as médias das temperaturas máxima, mínima e média foram de  $31^\circ\text{C}$ ,  $19,2^\circ\text{C}$  e  $23,5^\circ$ , respectivamente. A pluviosidade total foi de 375 milímetros. Os dados foram obtidos da estação

meteorológica presente na área. Os vasos foram irrigados sempre quando necessário, mantendo o nível de água no solo sempre adequado para o desenvolvimento da planta de soja. Aplicações de inseticidas e fungicidas foram feitas preventivamente com produtos registrados para a cultura da soja, afim de evitar danos e perdas com pragas e doenças.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se 7 tratamentos e 7 vasos por tratamento (3 vasos para as primeiras avaliações e 4 para as últimas), sendo cada vaso considerado uma repetição. Os tratamentos avaliados constam na Tabela 1. Os tratamentos foram compostos por diferentes aplicações na semente e no sulco de plantio, utilizando como variável os produtos Saddler (tiodicarbe 350 SC), Maskio (condicionador de solo a base de aminoácidos) e Rugby (cadusafós 200 CS). Em todos os tratamentos foram utilizados 200 mL.100 kg<sup>-1</sup> de sementes do fungicida Protreat (carbendazim + tiram) para proteger as plantas de fungos de solo. Também foi utilizado em todos os tratamentos 100 mL.100 kg<sup>-1</sup> de sementes do inoculante Masterfix a base de bactérias *Bradyrhizobium japonicum*.

**Tabela 1.** Tratamentos, doses e métodos de aplicação utilizados no controle de *Pratylenchus brachyurus*, em soja NA 5909 RG, comparando aplicações de sulco complementares às aplicações nas sementes.

Nº	Tratamento de sementes	Dose (mL 100 kg <sup>-1</sup> sementes)	Tratamento de sulco	Dose (L ha <sup>-1</sup> )
1	Tiodicarbe	600		
2	Tiodicarbe	600	Tiodicarbe	2,5
3	Tiodicarbe	600	Tiodicarbe + Maskio	2,5 + 2,0
4	Tiodicarbe	600	Maskio	2,0
5	Tiodicarbe	600	Cadusafós	4,0
6	Tiodicarbe	600	Cadusafós + Maskio	4,0 + 2,0
7	Testemunha	-	Testemunha	-

OBS: todos os tratamentos tratados com fungicida e inoculante nas sementes.

Aos 20 dias após a semeadura (DAS) foi realizada a avaliação de emergência de plântulas. Aos 43 DAS foram coletadas as raízes de 3 plantas por vaso, em 3 vasos e aos 71 DAS, de 4 vasos, para análise de massa fresca das raízes e avaliação populacional do nematoide das lesões radiculares presentes nas raízes. Para massa fresca de raízes utilizou-se a média de 3 plantas para obter o dado de gramas de raízes por planta. As raízes coletadas foram lavadas e pesadas, e a extração dos nematoides foi feita pela técnica de Coolen & D'Herde (8). Após a contagem populacional do nematoide das raízes amostradas, foi determinada a população do nematoide para 10 g de raízes.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância ( $p=0,05$ ), sem transformação, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott (20), utilizando o software AgroEstat (3). A eficácia de controle dos tratamentos em relação a testemunha foi determinada segundo Abbott (1).

Os ensaios de campo foram instalados em uma área naturalmente infestada com *P. brachyurus*, na Fazenda Altamira localizada no município de Guaíra – SP, com latitude 20°22'42.2"S; longitude 48°15'53.9"W e altitude de 517 metros. Nesta área, a soja foi plantada e após o surgimento dos primeiros sintomas de ataque de nematoides, aos 20 dias após a emergência, foi feita uma análise de solo e raízes das plantas no Laboratório de Nematologia da FCAV/Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Nesta análise foram encontrados 40 espécimes em 100 cm<sup>3</sup> de solo e 5.160 espécimes e ovos de *P. brachyurus* em 10 g de raízes. A referida espécie foi identificada, com base na morfologia de fêmeas adultas, e comparando-se com as características morfológicas contidas na chave de Castillo & Vovlas (5). Em seguida as plantas foram destruídas e então o ensaio foi instalado nesta área. Isso fez com

que as parcelas ficassem localizadas dentro das reboleiras encontradas na área. A semeadura foi feita com auxílio de uma semeadora manual de grãos, utilizando-se 28 sementes por metro, em linhas espaçadas entre si por 0,5 m. A cultivar de soja utilizada foi a NA 5909 RG, que possui ciclo superprecoce (de 95 a 105 dias na região norte de SP), grau de maturação 6,9 e hábito de crescimento indeterminado. Não foi feita adubação de plantio, pois o mesmo foi realizado nas mesmas linhas do cultivo anterior, onde utilizaram  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  de Mono Amônio Fosfato.

As aplicações dos produtos via sulco de plantio, foram direcionadas em cima das sementes, utilizando uma lança com ponta Magnojet DDC1, sem defletor, sendo a calda pressurizada com gás  $\text{CO}_2$ , mantendo a pressão constante para uma vazão de  $100 \text{ L ha}^{-1}$ . Foi feita no período da tarde, entre às 13 h 30 min. e 15 h 30 min. do dia 10/11/2016.

O tratamento das sementes foi feito com auxílio de um saco plástico de 3 litros, onde foi colocado 1 kg de sementes, adicionados os produtos e agitado até a uniformidade na cobertura das sementes.

Para evitar perdas causadas por fungos, insetos, bactérias e plantas daninhas, durante a condução do ensaio foram feitas aplicações preventivas de fungicidas e inseticidas, e aplicações de herbicida em pós emergência para as plantas daninhas, todos com uso registrado para a cultura. A adubação de cobertura foi feita aos 35 dias após o plantio com  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de KCl aplicados a lanço.

Foram realizados 2 experimentos a campo onde: no primeiro (Tabela 2) visou-se determinar a eficácia dos tratamentos de sulco em comparação ao tratamento de sementes; e no segundo (Tabela 1), determinar a eficácia dos tratamentos de sulco em complemento ao tratamento de sementes. Ambos foram realizados sob as

mesmas condições, na mesma área, na mesma época, apenas variando os tratamentos de sulco e sementes. Os experimentos foram compostos de 7 tratamentos e 4 repetições, sendo que cada parcela tratada com nematicidas possuía uma parcela testemunha imediatamente ao lado. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso. As parcelas possuíam 3 linhas de 6 metros de comprimento, espaçadas em 50 centímetros entre si. Os tratamentos foram compostos por diferentes aplicações na semente e no sulco de plantio, utilizando os produtos tiodicarbe, Maskio e cadusafós, já descritos anteriormente.

**Tabela 2.** Tratamentos, doses e métodos de aplicação utilizados no controle de *Pratylenchus brachyurus*, em soja NA 5909 RG, comparando aplicações de sulco isoladas à aplicação nas sementes.

Nº	Tratamento de sementes	Dose (mL 100 kg <sup>-1</sup> sementes)	Tratamento de sulco	Dose (L ha <sup>-1</sup> )
1	Tiodicarbe	600		
2	-	-	Tiodicarbe	2,5
3	-	-	Tiodicarbe + Maskio	2,5 + 2,0
4	-	-	Maskio	2,0
5	-	-	Cadusafós	4,0
6	-	-	Cadusafós + Maskio	4,0 + 2,0
7	Testemunha	-	Testemunha	-

OBS: todos os tratamentos tratados com fungicida e inoculante nas sementes.

Aos 14 DAS foi realizada a avaliação do estande de plantas, onde se contou o número de plantas de soja nos 2 m centrais da segunda linha (linha central) de cada parcela. Nessa ocasião foram avaliados também sintomas visuais de intoxicação. Aos 48 DAS, foram coletadas 8 plantas com as raízes ao acaso e cerca de 1.000 cm<sup>3</sup> de solo na parcela, para a avaliação da população de nematoides. Os nematoides foram extraídos das amostras de solo (100 cm<sup>3</sup>) pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose (14) e das amostras de raízes (10 g) pelo método de Coolen & D'Herde (8). A seguir, a população do nematoide nas amostras foi estimada ao fotônico composto com auxílio da câmara de contagem de Peters (21). A colheita foi

realizada coletando-se as plantas em 1 metro do centro de cada parcela, em seguida a soja foi trilhada em uma trilhadora de ensaios tratorizada. A umidade dos grãos foi determinada em um medidor de umidade. Em seguida os grãos foram pesados e a produtividade foi estimada em kg ha<sup>-1</sup> corrigindo-se para umidade de 13%. Na mesma ocasião determinou-se também a massa de 100 grãos.

Todos os dados foram submetidos a análises de variância pelo teste F e a comparação de médias pelo Scott & Knott com auxílio do programa AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos (3). A eficácia de controle foi determinada segundo Abbott (1).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Quanto aos ensaios onde o tratamento de sulco foi aplicado em complemento a aplicação nas sementes, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, os tratamentos diferiram significativamente entre si quanto à porcentagem de emergência de plântulas aos 20 dias após a semeadura (DAS) em vasos, e não diferiram quanto ao estande de plantas 14 DAS em campo. Porém, os resultados evidenciam que os produtos utilizados não interferiram negativamente na germinação, apresentando resultados superiores ou iguais à testemunha. Castro et al. (6) obtiveram resultados que mostram que alguns inseticidas ou nematicidas podem afetar significativamente a emergência da soja. No caso eles mostraram que o uso de aldicarbe, um nematicida muito utilizado no passado, mas que atualmente não está disponível no Brasil, prejudicou a germinação e o vigor das sementes de soja. Isto mostra que a aplicação destes produtos nas doses utilizadas, nas sementes e no sulco, não afeta o estande de plantas de soja sendo seguros para o estabelecimento



da cultura. Não foram observados sintomas visuais de intoxicação dos produtos sobre as plantas de soja durante todo o período do estudo nos ensaios em vaso e em campo.

**Tabela 3:** Análise de variância e teste de comparação de médias de % de emergência, plantas por metro, massa fresca de raízes (MFR), massa de 100 grãos e produtividade, de soja NA 5909 RG em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio em complemento ao tratamento de sementes, para o controle de *Pratylenchus brachyurus*, em solo naturalmente infestado, em vasos e em campo.

Tratamento	Vasos			Campo		
	% emergência a aos 20 DAS	MFR (g/planta)		Plantas / metro 14 DAS	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )
		43 DAS	71 DAS			
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	77,5 a	2,69 b	14,37	26	12,4	3.069 b
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	82,5 a	3,59 a	10,35	28	12,5	3.448 a
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	69,5 b	3,80 a	11,81	25	12,4	3.321 a
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	87,5 a	2,87 b	7,54	28	12,2	2.781 b
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	82,5 a	2,66 b	9,83	21	12,4	2.805 b
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	52,5 b	3,66 a	12,44	24	12,8	2.811 b
Testemunha	70,0 b	2,70 b	9,31	23	12,1	2.904 b
Teste F	2,83*	2,84*	1,86 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>NS</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	2,86*
CV (%)	29,76	17,03	30,6	18,46	4,8	10,6

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade; \*Diferença significativa a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; TS = tratamento de sementes; SP = sulco de plantio; DAS = dias após a semeadura.

Quanto a massa fresca das raízes (MFR), os tratamentos diferiram entre si aos 43 DAS. Os tratamentos com Tiodicarbe no tratamento de sementes (TS) na dose de 0,6 L 100 kg de sementes<sup>-1</sup> e no sulco de plantio (SP) na dose de 2,5 L ha<sup>-1</sup>, Tiodicarbe no TS (0,6 L 100 kg de sementes<sup>-1</sup>) e Tiodicarbe + Maskio no SP (2,5 + 2,0 L ha<sup>-1</sup>) e Tiodicarbe no TS (0,6 L 100 kg de sementes<sup>-1</sup>) e Cadusafós + Maskio no SP (4,0 + 2,0 L ha<sup>-1</sup>) incrementaram significativamente a massa fresca de raízes em relação a testemunha. Nos dois tratamentos que mais incrementaram esse parâmetro utilizou-se Maskio no sulco de plantio (2,0 L ha<sup>-1</sup>), o que pode indicar que o uso de um condicionador de solo nessa modalidade ajuda no desenvolvimento inicial do sistema radicular da planta de soja, em condições de solos infestados com nematoides. Já aos 71 DAS não houve diferença entre os tratamentos, provavelmente, por não haver mais ação dos produtos utilizados.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados de população de *P. brachyurus* nas raízes da soja aos 43 e 71 DAS em vasos, e 48 DAS em campo. Em campo não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto ao número total de *P. brachyurus* nas raízes. Em contraponto a esses resultados, Corte et al. (9) observaram diferenças significativas da população de *P. brachyurus*, aos 30 dias após a emergência, em relação a testemunha, dos tratamentos aplicados via tratamento de sementes + tratamento de sulco ou somente sulco de plantio. Em ambos tratamentos o maior nível de controle ocorreu no tratamento com abamectina, ingrediente ativo que não foi utilizado neste estudo.

**Tabela 4:** Análise de variância e teste de comparação de médias de população de nematoides nas raízes de soja NA 5909 RG obtidas em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio em complemento ao tratamento de sementes no controle de *Pratylenchus brachyurus* em campo e em vasos.

Tratamento	Campo		Vasos			
	48 DAS		43 DAS		71 DAS	
	Total de nematoides (10 g raízes)	% de eficácia	Total de nematoides (10 g raízes)	% de eficácia	Total de nematoides (10 g raízes)	% de eficácia
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	6.300	21	1711 c	50	1.538 a	-40
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	6.258	22	930 c	73	1.119 a	-2
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	9.627	-20	1182 c	66	429 b	61
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	8.446	-6	2404 b	30	1.300 a	-18
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	3.200	60	1665 c	52	545 b	50
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	9.020	-13	1523 c	56	826 b	25
Testemunha	7.998	-	3438 a	-	1.099 a	-
Teste F	1,60 <sup>ns</sup>	-	9,68 <sup>**</sup>	-	6,01 <sup>**</sup>	-
CV (%)	47,9	-	25,6	-	33,4	-

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade; <sup>\*\*</sup>Diferença significativa a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; TS = tratamento de sementes; SP = sulco de plantio; DAS = dias após a semeadura.

Em vasos, aos 43 DAS a população diferiu entre os tratamentos, tendo o tratamento Tiodicarbe no TS ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e no SP ( $2,5 \text{ L ha}^{-1}$ ) apresentando a melhor porcentagem de controle, com população em 10 g de raízes igual a 930, embora não diferindo dos tratamentos Tiodicarbe ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) apenas no TS, Tiodicarbe no TS ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e Tiodicarbe + Maskio no SP ( $2,5 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ ), Tiodicarbe no TS ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e Cadusafós no SP ( $4,0 \text{ L ha}^{-1}$ ) e Tiodicarbe no TS ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e Cadusafós + Maskio no SP ( $4,0 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ ). Em relação a eficácia de controle, determinada pelo efeito dos tratamentos em relação a testemunha, todos os tratamentos apresentaram resultados positivos. O tratamento Tiodicarbe no TS ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e Maskio no SP ( $2,0 \text{ L ha}^{-1}$ ), foi inferior aos demais com eficácia de 30,1%. O tratamento Tiodicarbe no TS ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e no SP ( $2,5 \text{ L ha}^{-1}$ ) apresentou 73% de eficácia, sendo o melhor tratamento. Nesse caso a adição do tratamento de sulco ao tratamento de sementes fez a eficácia aumentar de 50 para 73%, quando comparado com o tratamento Tiodicarbe apenas no TS ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e o tratamento Tiodicarbe no TS ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e no SP ( $2,5 \text{ L ha}^{-1}$ ). Esses resultados evidenciaram a melhora no controle do nematoide quando ocorre a associação de tratamentos com nematicidas. Aos 71 DAS, apenas os tratamentos Tiodicarbe no TS ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e Tiodicarbe + Maskio no SP ( $2,5 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ ), Tiodicarbe no TS ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e Cadusafós no SP ( $4,0 \text{ L ha}^{-1}$ ) e Tiodicarbe no TS ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ) e Cadusafós + Maskio no SP ( $4,0 + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ ) diferiram da testemunha e apresentaram eficácia de controle da população do nematoide, mostrando que o uso dos nematicidas Tiodicarbe na dose  $2,5 \text{ L ha}^{-1}$  e Cadusafós na dose  $4,0 \text{ L ha}^{-1}$  em sulco de plantio, associados ao tratamento de sementes com Tiodicarbe ( $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg de sementes}^{-1}$ ),

foram eficazes na redução da população de *P. brachyurus*. Em relação à eficácia, todos os tratamentos apresentaram baixos valores de controle, esse fato mostra que 71 dias é um período muito longo para tratamentos realizados na ocasião do plantio da soja ainda terem efeito no controle de nematoides. Corte et al. (9) encontraram resultados similares onde os níveis de controle de nematoides aos 90 dias após a emergência foram muito inferiores aos níveis encontrados aos 30 dias após a emergência. O mesmo autor cita também que essa queda de eficácia de controle foi menos acentuada onde se utilizou tratamento de sulco complementar ao tratamento de sementes.

Quanto aos dados de massa de 100 grãos e produtividade (Tabela 3), houve diferença significativa para o segundo parâmetro. Os tratamentos com tiodicarbe (TS e SP), tiodicarbe (TS) e tiodicarbe + Maskio (SP), foram superiores a testemunha, incrementando a produtividade em 9,1 e 6,9 sacas (60 kg) por hectare, respectivamente. Um incremento substancial que pode viabilizar a aplicação destes produtos nas sementes e no sulco de plantio na cultura da soja, para manejo de áreas com *P. brachyurus*. O comparativo entre estes dois tratamentos mostra que o uso apenas de tiodicarbe (TS + SP) foi eficiente em incrementar em produtividade, sendo dispensável o uso adicional de Maskio (SP). Segundo Corte et al. (9), a tecnologia de aplicação pode ser fator decisivo quando se fala em controle químico de nematoides, sendo que a resposta de controle varia de acordo com o comportamento de cada produto e hábitos biológicos dos nematoides alvos.

O tratamento de sementes com tiodicarbe (0,6 L 100 kg de sementes<sup>-1</sup>) diminuiu a população de *P. brachyurus* nas raízes da soja até os 43 DAS, assim como os demais tratamentos de sulco associados ao tratamento de sementes. O tratamento de sulco com tiodicarbe (2,5 L ha<sup>-1</sup>) associado a Maskio (2,0 L ha<sup>-1</sup>), complementar ao

tratamento de sementes, foi eficiente na diminuição do número de nematoides até os 71 DAS, além de incrementar o sistema radicular da soja nas fases iniciais da cultura. Portanto, o uso de tratamento de sulco em complemento ao tratamento de sementes incrementa em produtividade da cultura, e diminui a população de nematoides, dependendo dos produtos utilizados.

Quanto ao ensaio onde se comparou o tratamento de sementes ao tratamento de sulco isolados em campo (Tabela 5), não foram observados sintomas visuais de intoxicação nas plantas. Aos 14 DAS, nenhum tratamento diminuiu significativamente a quantidade de plantas por metro (estande) em relação a testemunha. Em relação a população total de *P. brachyurus* aos 48 DAS nas raízes, os tratamentos diferiram entre si, sendo que o tiodicarbe no TS, cadusafós no SP, e cadusafós + Maskio (SP), diminuíram a população de nematoides em relação a testemunha, com eficácia de 48, 45 e 67%, respectivamente. Corte et al. (9), testando diversos tratamentos aplicados na semente e/ou no sulco, encontraram resultados que mostram que a resposta da tecnologia de aplicação no controle de *P. brachyurus* depende dos produtos utilizados. Homiak et al. (13), testando o tratamento de sementes com inseticidas, nematicidas e indutores de resistência, observaram redução significativa na população de nematoides em ensaio realizado em casa de vegetação nos tratamentos com abamectina, tiodicarbe ou fipronil.

**Tabela 5:** Análise de variância e teste de comparação de médias de plantas por metro, população de nematoides nas raízes, massa de 100 grãos e produtividade, de soja NA 5909 RG, obtidas em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio ou no tratamento de sementes no controle de *Pratylenchus brachyurus* em campo.

Tratamento	Plantas / metro 14 DAS	48 DAS		Colheita		
		Total de nematoides (10 g raízes)	% de eficácia	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )	Acréscimo (Sacas ha <sup>-1</sup> )
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	27 a	6.610 b	48	12,2	2.928	1,2
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	22 b	8.905 a	30	12,3	3.168	5,2
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	26 a	9.550 a	25	12,2	2.993	2,2
Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	26 a	11.380 a	10	12,2	3.142	4,7
Cadusafos (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	19 b	6.970 b	45	11,9	3.033	2,9
Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	18 b	4.150 b	67	12,1	2.880	0,4
Testemunha	22 b	12.642 a	-	11,6	2.858	-
Teste F	4,47**	4,78**	-	0,82 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	-
CV (%)	14,97	31,2	-	4,7	14,6	-

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade; \*\*Diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> Não significativo; TS = tratamento de sementes; SP = sulco de plantio. DAS = dias após a semeadura.



Quanto aos parâmetros massa de 100 grãos (g) e produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) (Tabela 5), não houve diferença estatística entre os tratamentos. Porém, para todos os tratamentos em relação a testemunha, foi observado aumento de 0,4 a 5,2 sacas  $\text{ha}^{-1}$ . Os tratamentos com tiodicarbe (SP) e Maskio (SP) possibilitaram os maiores acréscimos de 5,2 e 4,7 sacas por hectare, respectivamente. O tiodicarbe (TS) incrementou em 1,2 sacas por hectare. Portanto, a aplicação do mesmo produto na semente e no sulco pode trazer resultados diferentes em acréscimos de produtividade na cultura da soja. Homiak et al. (13) não conseguiram incrementos significativos em produtividade da cultura em área infestada por *P. brachyurus*, com o tratamento de sementes de soja com produtos químicos. Embora, no mesmo trabalho, para o tratamento com tiodicarbe foi apresentado incremento de 3,1 sacos por hectare em relação a testemunha.

A partir dos dados obtidos concluiu-se que os tratamentos de sementes e sulco não causaram sintomas visuais de intoxicação na cultura. Isoladamente, o tratamento de sementes com tiodicarbe ( $600 \text{ mL } 100 \text{ kg sementes}^{-1}$ ) é tão eficaz na redução da população total de *P. brachyurus* nas raízes de soja, quanto o tratamento de sulco com cadusafós ( $4,0 \text{ L ha}^{-1}$ ) ou cadusafós + Maskio ( $4,0 \text{ L ha}^{-1} + 2,0 \text{ L ha}^{-1}$ ). Porém nenhum tratamento aumentou significativamente a produtividade da cultura. O tratamento de sulco com tiodicarbe complementar ao tratamento de sementes com o mesmo produto foi eficiente no controle de nematoides das lesões radiculares no ensaio em vaso, e incrementou em mais de 9 sacas por hectare a produtividade da soja em área infestada naturalmente pelo nematoide.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abbott, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.
2. Araujo, F. F. de; Bragante, R. J.; Bragante, C. E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 42, n. 2, p. 220–224, jun. 2012.
3. Barbosa, J.C.; Maldonado Junior, W. Agrostat – Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. **Versão 1.0**. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.
4. Bortolini, G. L.; Araújo, D.V.; Zavislak, F.D.; Junior, J.R.; Krause, W. Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. **Enciclopédia Biosfera**, Goiania, v. 9, n. 17, p. 818–830, 2013.
5. Castilho, P.; Vovlas, N. Diagnosis and descriptions of *Pratylenchus* species. In: **Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and Management**. 1 ed. Córdoba, 2007. v. 6, cap. 4, p. 51-280
6. Castro, G. S. A.; Bogiani, J. C.; da Silva, M. G.; Gazola, E.; & Rosolem, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311–1318, 2008.
7. Conab- **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
8. Coolen, W. A.; D’Herde, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agriculture Research Centre, 1972. 77 p.
9. Corte, G. D.; Pinto, F. F.; Stefanello, M. T.; Gulart, C.; Ramos, J. P.; Balardin, R. S. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos no controle de fitonematoides em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1534–1540, 2014.
10. Costa, M. J. N.; Pasqualli, R. M.; Prevedello, R. Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 1, p. 63–70, 2014.
11. Dias, W.A; Garcia, A; Silva, J. F. V; Carneiro, G. E. S. **Nematoides em soja: Identificação e controle**; Circular Técnica: Londrina: Embrapa 2010.
12. Ferraz, L. C. C. B. Gênero *Pratylenchus* - Os nematoides das lesões radiculares. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Piracicaba, v. 7, p. 157–195, 1999.
13. Homiak, J. A.; Dias-Arieira, C. R.; Couto, E. A. A.; Kath, J.; Abe, V. H. F.. Seed treatments associated with resistance inducers for management of *Pratylenchus brachyurus* in soybean. **Phytoparasitica**, Santos, n. 8, 2017.
14. Jenkins, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Saint Paul, v. 48, n. 9, p. 692-695, 1964.
15. Kreycki, P. F.; Menten, J. O. Limitadoras de produtividade. **Cultivar Caderno Técnico**, Pelotas, v. 167, p. 1–12, 2013.
16. Kubo, R.K.; Machado, A.C.Z.; Oliveira, C.M.G. Efeito do tratamento de sementes no controle de *Rotylenchulus reniformis* em dois cultivares de algodão. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 2, p. 239-245, 2012 .

17. Lopes, E.A., S. Ferraz, P.A. Ferreira, S.L. Carvalho, L.G. Freitas, C. G. Gardiano & O. D. Dhingra. **Formulação de condicionadores de solo com propriedades nematicidas**. 2007. 99f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
18. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, 2012. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 23.jan. 2018.
19. Rotam Do Brasil Agroquímica E Produtos Agrícolas Ltda, 2017. Disponível em <<https://www.rotam.com/brasil-product/productos/TratamentodeSementes/MASKIO/>> Acessado em 10 de dezembro de 2017.
20. Scott, A.; Knott, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.
21. Southey, J. F. **Laboratory for work with plant and soil nematodes, 5 ed.** London: Minist. Agric. Fisch. Fd., 1970.148 p. (Bulletin, 2).

**CAPÍTULO 3 - Eficácia de tiodicarbe, cadusafós e condicionador de solo via tratamento de sementes e/ou sulco de plantio no controle de *Meloidogyne incognita* na cultura de soja**

**RESUMO** – Dentre os fatores que afetam a produtividade da soja, destacam-se os fitopatógenos de solo, entre eles os nematoides de galha (*Meloidogyne incognita*). Além de danos diretos que causam às plantas, tais organismos muitas vezes interagem com outros patógenos e/ou oportunistas de solo (fungos e bactérias), facilitando-lhes a entrada nos sistemas radiculares parasitados podendo aumentar ainda mais as perdas. Com isso o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de diversos tratamentos químicos aplicados na semente e no sulco de plantio de soja NA5909RG, em área naturalmente infestada com *M. incognita*. Testou-se a aplicação no tratamento de sementes de tiodicarbe e aplicação no sulco de plantio do mesmo, de cadusafós e de um condicionador de solo. Observou-se que os tratamentos de sementes e sulco não causam sintomas visuais de intoxicação na cultura. Conclui-se que para nematoides de galha, apenas o tratamento de sementes não é suficiente para controle até as fases finais da cultura, nem para incrementar em produtividade, quando se tem uma alta população de nematoides nas raízes. Para populações menores, o tratamento de sulco com diversos produtos somados a aplicação na semente não incrementou significativamente o controle de *M. incognita*, tanto para ovos, quanto para formas juvenis e adultas, e conseqüentemente, os mesmos não aumentaram significativamente a massa de 100 grãos e produtividade da soja em área infestada com esse nematoide. Ou seja, os tratamentos podem

incrementar em controle e produtividade em situações de maiores populações de *M. incognita*, e nesses casos se justificaria o uso dos mesmos.

**Palavras-chave:** controle químico, nematoide de galha, *Glycine max*

**ABSTRACT** - Among the factors affecting soybean yield, we highlight the soil pathogens, including root knot nematodes *M. incognita*. In addition to direct damage to plants, these organisms often interact with other soil pathogens and / or opportunists (fungi and bacteria), facilitating their entry into the parasitized root systems and increasing the losses even further. Thus, the present study was to evaluate the efficiency of various chemical treatments applied in seed treatment and soybean NA5909RG planting furrow in a naturally infested area with *M. incognita*. The application in the seed treatment of thiodicarb and application in the planting furrow of the same, cadusafos and a soil conditioner were tested. It was observed that the treatments of seeds and furrow did not cause visual symptoms of intoxication in the soybean crop. It is concluded that for root knot nematodes, only seed treatment is not enough to control until the final stages of the crop, nor to increase in yield, when there is a high nematode population in the roots. For smaller populations, the furrow treatment with several products added to the application in the seed did not significantly increase the control of *M. incognita*, both for eggs, as for juvenile and adult forms. Consequently, they did not significantly increase the mass of 100 grains and soybean yield in an infested area with this nematode. That is, the treatments can increase in control and yield in situations of larger populations of *M. incognita*, and in such cases would be justified their use.

**Keywords:** chemical control, root knot nematode, *Glycine max*

## 1. INTRODUÇÃO

Na safra 2016/2017, o Brasil bateu recorde de produção de soja, chegando próximo a 114 milhões de toneladas, acompanhada de uma produtividade também recorde de 3.362 Kg por hectare (5). Esses números consolidam o Brasil como segundo maior produtor mundial de soja, muito próximo dos Estados Unidos, maior produtor. Sendo que o Paraná conseguiu atingir produtividade média de 3.721 Kg por hectare, superior à média dos Estados Unidos. Porém, a produtividade brasileira pode aumentar e muito se novas técnicas de cultivo e manejo forem efetivamente implementadas nas lavouras.

Dentre os fatores que afetam a produtividade de soja, destacam-se os fitopatógenos de solo, entre eles o nematoide de galha *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. Além de danos diretos que causam às plantas, reduzindo-lhes o crescimento e podendo torná-las totalmente improdutivas, tais organismos muitas vezes interagem com outros patógenos e/ou oportunistas de solo (fungos e bactérias), facilitando-lhes a entrada nos sistemas radiculares parasitados podendo aumentar ainda mais as perdas (9).

Nas lavouras de soja atacadas por nematoides de galha, geralmente observam-se manchas em reboleiras, onde as plantas afetadas ficam pequenas e amareladas. As folhas das plantas afetadas podem apresentar manchas cloróticas ou necroses entre as nervuras, caracterizando a folha ``carijó``. Pode não ocorrer redução no tamanho das plantas, mas, por ocasião do florescimento, nota-se intenso abortamento de vagens e amadurecimento prematuro das plantas. Em anos onde acontecem o ``veranico`` na fase de enchimento de grãos, estes tendem a ser menores (7).

Para o manejo de áreas com nematoides é necessário o uso de diversas práticas de controle, como rotação de culturas, uso de cultivares resistentes, plantio de culturas antagonistas, controle biológico e controle químico.

Dentro do controle químico, produtos com ação nematicida à base de avermectina (abamectina) e metilcarbamato de oxima (tiodicarbe) são utilizados na cultura da soja via tratamento de sementes (3, 12, 14). Além de diminuir os custos de produção, a aplicação concentrada no tratamento de sementes permite diminuir a contaminação do meio ambiente e no caso dos produtos biológicos viabiliza sua aplicação devido à baixa quantidade utilizada (10). Bessi et al. (2) comprovaram que esta técnica pode ser aplicada para o controle de nematoides obtendo bons resultados no uso de abamectina no tratamento de sementes para controle de *M. incognita* na cultura do algodão.

Juntamente com o uso de nematicidas, o uso do condicionador de solo favorece a biota do solo, melhorando o ambiente para o desenvolvimento da planta e de organismos predadores e/ou parasitas de nematoides no solo. Estes condicionadores de solo podem possuir diversas composições, como ácido húmico e fúlvico, algas ou aminoácidos de origem animal ou vegetal. Os aminoácidos podem ser responsáveis por sinalizarem os sistemas de defesa das plantas contra estresses bióticos. Em estudo realizado na cultura de algodão, com cultivares resistente e suscetíveis ao *M. incognita*, constatou-se que a concentração de aminoácidos sintetizada nas raízes do cultivar resistente era maior que no suscetível. Entre os aminoácidos que aumentam no cultivar resistente estão: leucina, metionina, ácido glutâmico, treonina e histidina (13).

Assim, o presente estudo teve como objetivos avaliar o impacto, a eficácia e a eficiência da aplicação, na semente e no sulco de plantio, do tiodicarbe, do cadusafós e de um condicionador de solo no controle do nematoide de galhas (*M. incognita*), no desenvolvimento e produtividade da cultura de soja, em área naturalmente infestada.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram instalados em uma área naturalmente infestadas por *M. incognita*, na Fazenda da Mata, localizada no município de Guaíra – SP, com latitude 20°17'37.5"S; longitude 48°29'49.0"W e altitude de 517 metros. Nesta área, a soja foi plantada e após o surgimento dos primeiros sintomas de ataque de nematoides, aos 25 dias após a emergência, foi feita uma análise de solo e raízes das plantas no Laboratório de Nematologia da FCAV/Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Nesta análise foram encontrados 88 *M. incognita* em 100 cm<sup>3</sup> de solo, 80 indivíduos e 1.400 ovos em 10g de raízes presentes na área. A espécie de nematoide-de-galha foi identificada com base nos caracteres morfológicos do padrão perineal, preparado conforme Taylor & Netscher (19) e na morfologia da região labial dos machos (8). Em sequência as plantas foram destruídas e então o ensaio foi instalado nesta área. Isso fez com que as parcelas ficassem localizadas dentro das reboleiras de nematoides. A semeadura foi feita com auxílio de uma semeadora manual de grãos, utilizando-se 28 sementes por metro, em linhas espaçadas entre si por 0,5 m. A cultivar de soja utilizada foi a NA 5909 RG, que possui ciclo superprecoce (de 95 a 105 dias na região norte de SP), grau de maturação 6,9 e hábito de crescimento indeterminado. Não foi feita adubação de plantio, pois o mesmo foi realizado nas mesmas linhas do cultivo anterior, o qual utilizou 250 kg ha<sup>-1</sup> de Mono Amônio Fosfato.



As aplicações dos produtos via sulco de plantio, foram direcionadas em cima das sementes, utilizando uma lança com ponta Magnojet DDC1, sem defletor, sendo a calda pressurizada com gás CO<sub>2</sub>, mantendo a pressão constante para uma vazão de 100 L ha<sup>-1</sup>. Foi feita no período da manhã, entre as 10 h 30 min. e 12 h 30 min. do dia 23/12/2016.

O tratamento das sementes foi feito com auxílio de um saco plástico de 3 litros, onde foi colocado 1 kg de semente, adicionados os produtos e agitado até a uniformidade na cobertura das sementes.

Para evitar perdas causadas por fungo, insetos, bactérias e plantas daninhas, durante a condução do ensaio foram feitas aplicações preventivas de fungicidas e inseticidas, e aplicações de herbicida em pós emergência das plantas daninhas, todos com uso registrado para cultura. A adubação de cobertura foi feita aos 35 dias após o plantio com 150 kg ha<sup>-1</sup> de KCl aplicados a lanço.

Foram realizados 2 experimentos onde: no primeiro (Tabela 1) visou-se determinar a eficácia dos diversos tratamentos de sulco em comparação ao tratamento de sementes; e no segundo (Tabela 2), determinar a eficácia dos tratamentos de sulco em complemento ao tratamento de sementes. Ambos foram realizados sob as mesmas condições, na mesma área, na mesma época, apenas variando os tratamentos de sulco e semente.

**Tabela 1.** Tratamentos, doses e métodos de aplicação utilizadas no controle de *Meloidogyne incognita*, em soja NA5909RG, comparando aplicações de sulco isoladas à aplicação nas sementes.

Nº	Tratamento de sementes	Dose (mL 100 kg <sup>-1</sup> sementes)	Tratamento de sulco	Dose (L ha <sup>-1</sup> )
1	Tiodicarbe	600		
2	-	-	Tiodicarbe	2,5
3	-	-	Tiodicarbe + Maskio	2,5 + 2,0
4	-	-	Maskio	2,0
5	-	-	Cadusafós	4,0
6	-	-	Cadusafós + Maskio	4,0 + 2,0
7	Testemunha	-	Testemunha	-

OBS: todos os tratamentos com fungicida e inoculante nas sementes.

**Tabela 2.** Tratamentos, doses e métodos de aplicação utilizados no controle de *Meloidogyne incognita*, em soja NA5909RG, comparando aplicações de sulco complementares às aplicações nas sementes.

Nº	Tratamento de sementes	Dose (mL 100 kg <sup>-1</sup> sementes)	Tratamento de sulco	Dose (L ha <sup>-1</sup> )
1	Tiodicarbe	600		
2	Tiodicarbe	600	Tiodicarbe	2,5
3	Tiodicarbe	600	Tiodicarbe + Maskio	2,5 + 2,0
4	Tiodicarbe	600	Maskio	2,0
5	Tiodicarbe	600	Cadusafós	4,0
6	Tiodicarbe	600	Cadusafós + Maskio	4,0 + 2,0
7	Testemunha	-	Testemunha	-

OBS: todos os tratamentos com fungicida e inoculante nas sementes.

Os experimentos foram compostos de 7 tratamentos e 4 repetições, sendo que para cada parcela tratada com nematicidas possuía uma parcela testemunha imediatamente ao lado. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso. As parcelas possuíam 3 linhas de 6 metros de comprimento, espaçadas em 50 centímetros entre si.

Os tratamentos foram compostos por diferentes aplicações na semente e no sulco de plantio, utilizando como variável os produtos tiodicarbe, Maskio e cadusafós, já descritos anteriormente. Em todos os tratamentos foi utilizado 200 mL 100 kg de sementes<sup>-1</sup> do fungicida Protreat (carbendazim + tiram) para evitar o parasitismo de fungos de solo, que poderiam afetar a germinação das sementes. Também foi utilizado

em todos os tratamentos 100 mL 100 kg de sementes<sup>-1</sup> de inoculante Masterfix (*Bradyrhizobium japonicum*).

Aos 20 dias após a semeadura (DAS) do ensaio foi realizada a avaliação visual de sintomas de fitotoxicidade nas plantas de soja. Aos 41 e 70 DAS, foram coletadas 8 plantas com as raízes ao acaso e cerca de 1.000 cm<sup>3</sup> de solo na parcela, para a avaliação da população de nematoides. Os nematoides foram extraídos das amostras de solo (100 cm<sup>3</sup>) pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose (11) e das amostras de raízes (10 g) pelo método de Coolen & D'Herde (6). A seguir, a população do nematoide nas amostras foi estimada ao microscópio fotônico com auxílio da câmara de contagem de Peters (18).

A colheita foi realizada arrancando-se as plantas em 1 metro do centro de cada parcela, em seguida a soja foi trilhada em uma trilhadora de ensaios tratorizada. A umidade dos grãos foi determinada em um medidor de umidade. Em seguida os grãos foram pesados e a produtividade foi estimada em kg ha<sup>-1</sup> corrigindo-se para umidade de 13%. Na mesma ocasião determinou-se também a massa de 100 grãos.

Todos os dados foram submetidos a análises de variância pelo teste F e a comparação de médias pelo método de Scott-Knott (17) com auxílio do programa AgroEstat (1)

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Não foram observados sintomas visuais de intoxicação em nenhum dos dois ensaios. Castro et al. (4) observaram reduções significativas na germinação e vigor de sementes tratadas com aldicarbe, um nematicida do grupo químico dos carbamatos, assim como o tiodicarbe utilizado nestes ensaios.

Quanto ao ensaio onde se comparou o tratamento de sulco ao tratamento de sementes, os dados de população de nematoides de galhas nas raízes aos 41 e 70 dias após a semeadura (DAS) estão apresentados na tabela 3. Em ambas as avaliações não houve diferença significativa entre os tratamentos. Embora aos 70 DAS alguns tratamentos apresentaram eficácia de controle próximo de 80 % (tiodicarbe no sulco e cadusafós + Maskio no sulco).

**Tabela 3:** Análise de variância e teste de comparação de medias de população de *Meloidogyne incognita* nas raízes (juvenis e adultos) de soja NA5909RG, aos 41 e 70 DAS obtidas em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio ou no tratamento de sementes no controle de nematoides em soja.

Tratamento	41 DAS		70 DAS	
	Indivíduos / 10 g raízes	% eficácia	Indivíduos / 10 g raízes	% eficácia
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	51	47	146	-8
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	37	61	30	78
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	47	51	43	68
Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	67	30	35	74
Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	105	-10	47	65
Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	32	66	21	84
Testemunha	96	-	135	-
Teste F	0,9 <sup>ns</sup>	-	1,00 <sup>ns</sup>	-
CV (%)	96,7	-	159,5	-

<sup>ns</sup>Nao significativo; DAS = dias após a semeadura; TS = tratamento de sementes; SP = tratamento de sulco de plantio.

Quanto a quantidade de ovos nas raízes (tabela 4), os tratamentos diferiram estatisticamente entre si apenas aos 41 DAS. Nessa avaliação os tratamentos tiodicarbe (TS), tiodicarbe (TS+SP), cadusafós + Maskio (SP) diminuíram os ovos de *M. incognita* em relação a testemunha, com eficácia de controle variando entre 42 % (tiodicarbe TS) e 75 % (tiodicarbe SP). A diminuição de ovos nessa fase da cultura pode significar uma população menor atacando as raízes da soja em suas fases reprodutivas. Nunes et al. (15) concluíram que aldicarbe (um carbamato) é eficaz na

redução de ovos de *M. incognita* nas raízes da soja, sendo superior aos tratamentos com produtos biológicos.

**Tabela 4.** Análise de variância e teste de comparação de médias de população de ovos nas raízes, e eficácia de controle aos 41 e 70 DAS obtidas em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio ou no tratamento de sementes no controle de *Meloidogyne incognita* em soja NA5909RG.

Tratamento	41 DAS		70 DAS	
	Ovos / 10	%	Ovos / 10	%
	g	eficácia	g	eficácia
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	26 b	42	606	-30
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	11 b	75	187	60
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	32 a	28	267	43
Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	42 a	6	171	63
Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	53 a	-19	73	84
Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	12 b	73	70	85
Testemunha	45 a	-	465	-
Teste F	2,87*	-	1,23 <sup>ns</sup>	-
CV (%)	60,7	-	139,0	-

Letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade; \*Diferença significativa a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo; DAS = dias após a semeadura; TS = tratamento de sementes; SP = tratamento de sulco de plantio.

Em relação a população total de *M. incognita* nas raízes (tabela 5), não houve diferença estatística entre os tratamentos aos 41 e aos 70 DAS. Porém alguns tratamentos chegaram a reduzir em 80 % ou mais esse parâmetro aos 70 DAS.

**Tabela 5.** Análise de variância e teste de comparação de médias de população total (ovos + juvenis e adultos) nas raízes, e eficácia de controle aos 41 e 70 DAS obtidas em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio ou no tratamento de sementes no controle de *Meloidogyne incognita* em soja NA5909RG.

Tratamento	41 DAS		70 DAS	
	Indivíduos	%	Indivíduos	%
	/ 10 g	eficácia	/ 10 g	eficácia
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	77	45	752	-25
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	48	66	217	64
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	79	44	310	48
Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	109	22	206	66
Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	158	-13	120	80
Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	44	69	91	85
Testemunha	140	-	600	-
Teste F	1,43 <sup>ns</sup>	-	1,18 <sup>ns</sup>	-
CV (%)	78,6	-	141,5	-

<sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade; DAS = dias após a semeadura; TS = tratamento de sementes; SP = tratamento de sulco de plantio.

Não houve diferença estatística para massa de 100 grãos (Tabela 6). Para produtividade, os tratamentos de sulco com tiodicarbe ou tiodicarbe + Maskio foram superiores a testemunha incrementando em 5,3 e 10,7 sacas por hectare, respectivamente. Portanto, para *M. incognita*, apenas o tratamento de sementes não foi suficiente para controle até as fases finais da cultura, nem para incrementar em produtividade. Rodrigues-Kabana & Weaver (16) concluíram que não é necessário um longo período de supressão a população de nematoides de galha em soja para se obter ganhos significativos em produtividade, usando nematicidas nas sementes. Eles ainda concluem que o sucesso do controle químico não depende apenas do ingrediente ativo utilizado, mas também do uso associado de cultivares tolerantes aos nematoides em questão.

**Tabela 6.** Análise de variância e teste de comparação de médias de massa de 100 grãos, produtividade e acréscimo em relação a testemunha, obtidas em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio ou no tratamento de sementes no controle de *Meloidogyne incognita* em soja NA5909RG.

Tratamento	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade	
		Kg ha <sup>-1</sup>	Acréscimo (Sacas ha <sup>-1</sup> )
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	11,4	2.561 b	-2,1
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	11,2	3.006 a	5,3
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	11,4	3.329 a	10,7
Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	11,3	2.734 b	0,8
Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	11,4	2.497 b	-3,2
Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	11,2	2.615 b	-1,2
Testemunha	11,4	2.688 b	-
Teste F	0,26 <sup>ns</sup>	2,86*	-
CV (%)	3,7	12,5	-

Letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade; \*Diferença significativa a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo; TS = tratamento de sementes; SP = tratamento de sulco de plantio.

Quanto ao ensaio onde se comparou o complemento ao tratamento de sementes com o tratamento de sulco, para população de nematoides nas raízes aos 41 e 70 DAS (Tabela 7), os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. A

população apresentava níveis baixos aos 41 DAS, aumentando muito aos 70 DAS, sendo que nessa avaliação todos os tratamentos apresentaram eficácia de controle superior 55 %.

**Tabela 7.** Análise de variância e teste de comparação de médias de população de nematoides (juvenis e adultos) nas raízes das plantas e eficácia de controle aos 41 e 70 DAS obtidas em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio em complemento ao tratamento de sementes no controle de *Meloidogyne incognita* em soja NA5909RG.

Tratamento	41 DAS		70 DAS	
	Indivíduos / 10 g raízes	% eficácia	Indivíduos / 10 g raízes	% eficácia
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	36	-167	10	87
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	6	56	35	55
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	6	56	21	73
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	7	48	21	73
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	24	-78	24	69
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	4	70	20	75
Testemunha	14	-	79	-
Teste F	1,86 <sup>ns</sup>	-	0,94 <sup>ns</sup>	-
CV (%)	127,4	-	155,8	-

<sup>ns</sup> Não significativo; DAS = dias após a semeadura; TS = tratamento de sementes; SP = tratamento de sulco de plantio.

A mesma tendência ocorreu quanto o número de ovos nas raízes (Tabela 8). Nas duas avaliações não houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo que a quantidade de ovos aumentou na avaliação de 70 DAS.

**Tabela 8.** Análise de variância e teste de comparação de medias de quantidade de ovos nas raízes das plantas e eficácia de controle aos 41 e 70 DAS obtidas em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio em complemento ao tratamento de sementes no controle de *Meloidogyne incognita* em soja NA5909RG.

Tratamento	41 DAS		70 DAS	
	Ovos / 10 g	% eficácia	Ovos / 10 g	% eficácia
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	16	16	22	89
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	2	89	139	28
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	17	11	49	75
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	12	37	16	92
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	8	58	41	79
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	2	89	42	78
Testemunha	19	-	193	-
Teste F	0,70 <sup>ns</sup>	-	1,73 <sup>ns</sup>	-
CV (%)	154,8	-	142,3	-

<sup>ns</sup> Não significativo; DAS = dias após a semeadura; TS = tratamento de sementes; SP = tratamento de sulco de plantio.

Considerando a população total de nematoides (Tabela 9), também não houve diferença estatística entre os tratamentos, tanto na avaliação de 41 DAS quanto na de 70 DAS.

**Tabela 9.** Análise de variância e teste de comparação de população total de nematoides (ovos + juvenis e adultos) nas raízes das plantas e eficácia de controle aos 41 e 70 DAS obtidas em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio em complemento ao tratamento de sementes no controle de *Meloidogyne incognita* em soja NA5909RG.

Tratamento	41 DAS		70 DAS	
	Indivíduos / 10 g	% eficácia	Indivíduos / 10 g	% eficácia
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	52	-60	32	88
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	8	75	174	36
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	23	29	70	74
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	19	42	37	86
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	32	2	65	76
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	6	82	62	77
Testemunha	33	-	271	-
Teste F	1,60 <sup>ns</sup>	-	1,45 <sup>ns</sup>	-
CV (%)	102,3	-	144,3	-

<sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; DAS = dias após a semeadura; TS = tratamento de sementes; SP = tratamento de sulco de plantio.



Os dados de massa de 100 grãos e produtividade estão demonstrados na tabela 10. Para os dois parâmetros não houve diferença significativa entre os tratamentos. Porém, o tratamento com tiodicarbe (TS) e cadusafós + Maskio (SP) incrementou em 10 sacas por hectare.

**Tabela 10.** Análise de variância e teste de comparação de médias de massa de 100 grãos, produtividade e acréscimo em relação a testemunha, obtidas em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio em complemento ao tratamento de sementes no controle de *Meloidogyne incognita* em soja NA5909RG.

Tratamento	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade	
		Kg ha <sup>-1</sup>	Acréscimo (Sc ha <sup>-1</sup> )
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	11,3	2.276	-7,2
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	11,4	2.419	-4,8
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	11,1	2.541	-2,8
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	11,2	2.472	-3,9
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	11,4	2.837	2,2
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	11,3	3.305	10,0
Testemunha	11,1	2.707	-
Teste F	0,45 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	-
CV (%)	2,90	22,6	-

<sup>ns</sup>Não significativo; DAS = dias após a semeadura; TS = tratamento de sementes; SP = tratamento de sulco de plantio.

Portanto conclui-se que o tratamento de sulco com diversos produtos somados a aplicação na semente não incrementou significativamente o controle de *M. incognita*, tanto para ovos, quanto para formas juvenis e adultos. E consequentemente, os mesmos não aumentaram significativamente a massa de 100 grãos e produtividade da soja em área infestada com esse nematoide.

Comparando-se com os resultados obtidos no primeiro ensaio, onde utilizou-se apenas uma forma de aplicação (ou nas sementes ou no sulco) em cada tratamento, verifica-se que a população total de nematoides, em geral, era maior que no último ensaio. A testemunha do primeiro ensaio (Tabela 5) apresentou 140 e 600 indivíduos

em 10 gramas de raízes, aos 41 e 70 DAS, respectivamente. Em contrapartida, a testemunha do último ensaio (tabela 9) apresentou 33 e 271 indivíduos, aos 41 e 70 DAS, respectivamente. Essa grande diferença no nível populacional de nematoides pode explicar o fato de alguns tratamentos serem eficientes em uma situação, e não o serem em outra. Ou seja, os tratamentos podem incrementar em controle e produtividade em situações de maiores populações de *M. incognita*, e nesses casos se justificaria o uso dos mesmos.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barbosa, J.C.; Maldonado Junior, W. AgroEstat – Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. **Versão 1.0**. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.
2. Bessi, R.; Sujimoto, R. F.; Inomoto, M. M. Seed treatment affects *Meloidogyne incognita* penetration, colonization and reproduction on cotton. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1428-1430, 2010.
3. Cabrera, J. A.; Kiewnick, S.; Grimm, C.; Dabatat, A. A.; Sikora, R. A. Efficacy on abamectin seed treatment on *Pratylenchus zae*, *Meloidogyne incognita* and *Heterodera schachtii*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, 116 (3), 124-128, 2009.
4. Castro, G. S. A.; Bogiani, J. C.; da Silva, M. G.; Gazola, E.; & Rosolem, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311–1318, 2008.
5. Conab- **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
6. Coolen, W. A.; D’Herde, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agriculture Research Centre, 1972. 77 p.
7. Dias, W.A; Garcia, A; Silva, J. F. V; Carneiro, G. E.S; **Nematoides em soja: Identificação e controle**; Circular Técnica: Londrina: Embrapa 2010
8. Eisenback, J. D.; Hirschmann, H.; Sasser, J. N.; Triantaphyllou, A. C. **A guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species), with a pictorial key**. Raleigh: The Departments of Plant Pathology and Genetics of North Carolina State University and United States Agency for International Development, 1981. 48p.
9. Ferraz, L. C. C.B. As meloidoginoses da soja: Passado Presente e Futuro. In: Silva, J. F. V.; Mazaffera, P.; Carneiro, R. G.; Asmus, G. L.; Ferraz, L. C. C.B. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina: Embrapa Soja: Sociedade de Nematologia, 2001. 127p.

10. Henning, A. A. **Patologia e Tratamento de Semente: Noções Gerais**. Londrina: Embrapa, 2005. 52p.
11. Jenkins, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Saint Paul, v. 48, n. 9, p. 692-695, 1964.
12. Kubo, R. K.; Machado, A. C. Z.; Oliveira, C. M. G. Efeito do tratamento de sementes no controle de *Rotylenchulus reniformis* em dois cultivares de algodão. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, 59 (1/2), 239- 245, 2012.
13. Lewis, S. A.; MC Clure, M. A. Free amino acids in roots of infected cotton seedlings resistant and susceptible to *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology**, Hanover, v. 7, n. 5, p. 170–174, 1975.
14. Monfort, W. S.; Kirkpatrick, T. L.; Long, D. L.; Rideout, S. Efficacy of a novel nematicidal seed treatment against *Meloidogyne incognita* on cotton. **Journal of Nematology**, Hanover, 38 (2), 245–249, 2006.
15. Nunes, H. T; Monteiro, C. H.; Pomela, A.W.V; Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 403-409, 2010.
16. Rodriguez-Kabana, R.; Weaver, D.B. The management of plant parasitic nematodes in soybean: rotation and cultivars. In: **Conferencia Mundial de Investigacion en Soja**, 4., 1989, Buenos Aires. Actas... Buenos Aires: AASOJA, 1989. t.3 p.1454-1464.
17. Scott, A.; Knott, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.
18. Southey, J. F. **Laboratory for work with plant and soil nematodes**, 5 ed. London: Minist. Agric. Fisch. Fd., 1970.148 p. (Bulletin, 2).
19. Taylor, A. L.; Netscher, C. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. **Nematologica**, Leiden, v. 20, p. 268-269, 1974.

**CAPÍTULO 4 - Eficácia de tiodicarbe, cadusafós e condicionador de solo via tratamento de sementes e/ou sulco de plantio no controle de *Heterodera glycines* na cultura de soja**

**RESUMO** – Um dos nematoides mais agressivos que atacam a cultura de soja é o nematoide de cisto da soja, *Heterodera glycines*. Esta espécie é de difícil controle, pois além das dificuldades conhecidas no controle de nematoides de planta, *H. glycines* apresenta estruturas de sobrevivência formadas pelo corpo das fêmeas chamadas de cisto. Por ser muito leve e apresentar alta resistência à deterioração e à dessecação, o cisto constitui-se numa unidade muito eficiente de disseminação e sobrevivência. Para o manejo de áreas infestadas é necessário o uso de diversas práticas de controle, como rotação de culturas, uso de cultivares resistentes, plantio de culturas não hospedeiras, controle biológico e controle químico. No controle químico utiliza-se, na maioria dos casos, a aplicação de produtos no tratamento de sementes, e em menor escala, no tratamento de sulco de plantio. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do tiodicarbe, do cadusafós e do condicionador de solo Maskio no controle do nematoide de cisto da soja (*H. glycines*) e desenvolvimento da cultura de soja, em vasos. Testou-se a aplicação no tratamento de sementes de tiodicarbe e aplicação no sulco de plantio do mesmo, de cadusafós e de um condicionador de solo. Concluiu-se que os produtos testados não causaram sintomas de intoxicação nas plantas de soja, não diminuíram a porcentagem de emergência e não incrementaram a massa fresca de raízes, seja aplicado nas sementes, no sulco de plantio ou em ambos. A aplicação de tiodicarbe na semente foi tão eficaz na redução de cistos quanto a aplicação no sulco de plantio de tiodicarbe,

cadusafós, Maskio e suas associações. A associação de tiodicarbe nas sementes e um tratamento de sulco melhorou a eficácia de controle de cistos de *H. glycines*, saindo de 27% de eficácia para tratamento de sementes isolado, para 75% de eficácia para o tratamento com tiodicarbe nas sementes associado ao uso da mesma molécula no sulco de plantio.

**Palavras-chave:** controle químico, nematoide de cisto da soja, *Glycine max*

**ABSTRACT** - One of the most aggressive nematodes that attacks soybean crop is the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*. This species is difficult to control because, in addition to the known difficulties in the control of plant nematodes, *H. glycines* presents survival structures formed by the female body called a cyst. Because it is very light and has high resistance to deterioration and desiccation, cyst is a very efficient unit of dissemination and survival. For the management of contaminated areas, it is necessary to use different control practices, such as crop rotation, use of resistant cultivars, planting of antagonistic crops, biological control and chemical control. In chemical control is used, in most cases, the application of products for the treatment of seeds, and to a lesser extent, in the treatment of the furrow planting. The objective of this study was to evaluate the efficacy of thiodicarb, cadusafos and the Maskio soil conditioner in control of soybean cysts nematode (*H. glycines*) and soybean crop development in pots. The application of thiodicarb in the treatment of seeds and application in the planting furrow of the same, cadusafos and a soil conditioner were tested. It was concluded that the tested products did not cause symptoms of intoxication in soybean plants, did not decrease the emergence percentage and did not increase in fresh root mass, either in the seeds, in the planting

groove or in both. The application of thiodicarb in the seeds was as effective in the reduction of cysts as the application in the planting groove of thiodicarb, cadusafos, Maskio and their associations. The association of thiodicarb in seeds and a furrow treatment improved the control efficacy of *H. glycines*. Leaving 27% efficacy for isolated seed treatment, to 75% efficacy for treatment with thiodicarb in seeds associated with the use of the same molecule in the planting groove.

**Key words:** chemical control, soybean cyst nematode, *Glycine max*

## 1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merr.] é a cultura mais plantada no Brasil, sendo uma das principais responsáveis pelos grandes volumes de exportação do país nos últimos anos. Apesar de ter aumentado ano a ano, a produtividade da cultura ainda tem espaço para melhorar e muito. Diversos fatores afetam negativamente o desenvolvimento da cultura, dentre eles o parasitismo de nematoides nas raízes.

Uma espécie muito agressiva é o nematoide de cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines* Ichinohe. Foi detectado pela primeira vez no Brasil na safra de 1991/92. Atualmente, está presente em cerca de 150 municípios de 10 Estados (MG, MT, MS, GO, SP, PR, RS, BA, TO e MA). Estima-se que a área com o nematoide seja superior a 3,0 milhões de ha. Entretanto, existem muitas propriedades isentas do patógeno, localizadas em municípios considerados infestados. Assim, a prevenção ainda é importante. O NCS penetra nas raízes da planta de soja e dificulta a absorção de água e nutrientes, resultando em porte reduzido das plantas e clorose na parte aérea, daí a doença ser conhecida como nanismo amarelo da soja. Os sintomas aparecem em reboleiras, geralmente, próximo de estradas ou carregadores. Em muitos casos, as

plantas de soja acabam morrendo. Por outro lado, em regiões com solos mais férteis e boa distribuição de chuva, os sintomas na parte aérea podem não se manifestar. Assim, o diagnóstico definitivo exige sempre a observação do sistema radicular. Na planta parasitada, o sistema radicular fica reduzido e apresenta, a partir dos 30-40 dias após a semeadura da soja, minúsculas fêmeas do nematoide, com formato de limão ligeiramente alongado e coloração branca. Com o passar do tempo, a coloração vai mudando para amarelo, marrom claro e, finalmente, a fêmea morre e seu corpo se transforma em uma estrutura dura de coloração marrom escura, denominada cisto, que se desprende da raiz e vai para o solo. Cada cisto contém, em média, cerca de 200 ovos. Por ser muito leve e apresentar alta resistência à deterioração e à dessecação, o cisto constitui-se numa unidade muito eficiente de disseminação e sobrevivência. Cada ovo tem no seu interior um juvenil de segundo estágio, para o qual devem estar voltadas todas as medidas de controle (6).

Para o manejo de áreas com nematoides é necessário o uso de diversas práticas de controle, como rotação de culturas, uso de cultivares resistentes, plantio de culturas não hospedeiras, controle biológico e controle químico.

O uso de variedades de soja resistentes a alguns nematoides, como *H. glycines*, é limitado, pois esta espécie apresenta grande variabilidade genética. Com isso, se plantadas por várias safras seguidas, deixam de ser efetivas. Para reduzir a pressão de seleção sobre a população de nematoide, o plantio de variedades resistentes deve ser intercalado com o uso de planta não hospedeira e uma variedade de soja suscetível (4; 11).

Entre as moléculas utilizadas no tratamento de sementes, estão os carbamatos. Esse grupo químico de nematicidas inibe a acetilcolinesterase nos nematoides *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, e *Heterodera glycines* (9).

Dentro do controle químico, a população média de *H. glycines* não diminuiu utilizando-se produtos à base de abamectina e imidacloprido+tiodicarbe na maioria da cultivares testadas por Frye (7), sugerindo que os tratamentos de sementes não são eficazes contra o NCS ou não se movem com o sistema radicular para dar proteção adequada. Porém, no mesmo estudo foi observado aumento da produtividade em duas cultivares de soja com o aumento das doses de abamectina e imidacloprido+tiodicarbe, o que pode ser explicado pelo aumento da tolerância do hospedeiro ao ataque dos nematoides com o uso do tratamento de sementes (7).

Portanto, o tratamento de sementes talvez necessite de um complemento no sulco de plantio com um nematicida ou outro produto para que o controle químico seja efetivo contra o NCS. Esse complemento poderia prolongar o período de controle dos nematoides, possibilitando o melhor desenvolvimento das plantas da germinação até o florescimento ou após esse período.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do tiodicarbe, do cadusafós e do condicionador de solo Maskio no controle do nematoide dos cistos da soja (*H. glycines*) e desenvolvimento da cultura de soja, em vasos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi conduzida em área experimental localizada no município de Artur Nogueira-SP (latitude S 22°31'43.5", longitude O 47°07'03.0"), no período de



28/12/2016 a 06/03/2017. Foram utilizados vasos plásticos de 5 litros preenchidos com terra naturalmente infestada com *H. glycines*, coletada na Fazenda Cachoeirinha na cidade de Guaíra-SP (latitude 20°22'33.5"S e longitude 48°17'00.2"W) que foram mantidos a céu aberto. Essa terra foi homogeneizada e, em seguida, colocada nos vasos, onde foram semeadas 4 sementes da soja BMX Potência por vaso.

No ensaio foi utilizado o nematicida Saddler 350 SC (ingrediente ativo tiodicarbe na concentração de 35%) registrado pela Rotam do Brasil Agroquímica para a cultura da soja. Também foi utilizado o nematicida Rugby 200 CS (ingrediente ativo cadusafós na concentração de 20%) registrado pela FMC Química do Brasil Ltda. Como condicionador de solo foi utilizado o Maskio que é um produto formulado a base de micronutrientes quelatizados e aminoácidos, registrado pela Rotam do Brasil Agroquímica. Tem em sua composição boro ( $4,68 \text{ g L}^{-1}$ ) e zinco ( $15,21 \text{ g L}^{-1}$ ), além de 8,5% de L-aminoácidos, que auxiliam o crescimento e equilíbrio nutricional e fisiológico da planta, além de favorecer o desenvolvimento da biota do solo (13).

O tratamento de sementes foi realizado pesando-se um quilo de sementes da soja, que foram colocadas em um saco plástico, onde foram aplicados os produtos. Na sequência as sementes foram agitadas por 3 minutos, de forma a atingir uma cobertura uniforme dos produtos aplicados.

As aplicações dos produtos via sulco de plantio, foram direcionadas em cima das sementes, utilizando uma lança com ponta Magnojet DDC1, sem defletor, sendo a calda pressurizada com gás  $\text{CO}_2$ , mantendo a pressão constante para uma vazão de  $100 \text{ L ha}^{-1}$ . Foi feita no período da manhã, entre às 10 h 00 min. e 11 h 00 min do dia 28/12/2016.

Os vasos foram irrigados sempre quando necessário, mantendo o nível de água no solo adequado para o desenvolvimento da planta de soja. Aplicações de inseticidas e fungicidas foram feitas preventivamente com produtos registrados para a cultura, afim de evitar danos e perdas com pragas e doenças.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se 7 tratamentos e 4 vasos por tratamento, sendo cada vaso considerado uma repetição. Os tratamentos foram compostos por diferentes aplicações na semente e no sulco de plantio, utilizando como variável os produtos Saddler (tiodicarbe 350 SC), Maskio (condicionador de solo a base de aminoácidos) e Rugby (cadusafós 200 CS). Em todos os tratamentos foram utilizados 200 mL 100 kg de sementes<sup>-1</sup> do fungicida Protreat (carbendazim + tiram) para proteger as plantas de fungos de solo. Também foi utilizado em todos os tratamentos 100 mL 100 kg de sementes<sup>-1</sup> de inoculante Masterfix (*Bradyrhizobium japonicum*).

Foram realizados 2 experimentos onde: no primeiro (Tabela 1) visou-se determinar a eficácia dos diversos tratamentos de sulco em comparação ao tratamento de sementes; e no segundo (Tabela 2), determinar a eficácia dos tratamentos de sulco em complemento ao tratamento de sementes. Ambos foram realizados sob as mesmas condições, com terra da mesma área, na mesma época, apenas variando os tratamentos de sulco e semente.

**Tabela 1.** Tratamentos, doses e métodos de aplicação utilizadas no controle de *Heterodera glycines*, em soja BMX Potência, comparando aplicações de sulco isoladas à aplicação nas sementes.

Nº	Tratamento de sementes	Dose (mL 100 kg <sup>-1</sup> sementes)	Tratamento de sulco	Dose (L ha <sup>-1</sup> )
1	Tiodicarbe	600	-	
2	-	-	Tiodicarbe	2,5
3	-	-	Tiodicarbe + Maskio	2,5 + 2,0
4	-	-	Maskio	2,0
5	-	-	Cadusafós	4,0
6	-	-	Cadusafós + Maskio	4,0 + 2,0
7	Testemunha	-	Testemunha	-

OBS: todos os tratamentos com fungicida e inoculante nas sementes.

**Tabela 2.** Tratamentos, doses e métodos de aplicação utilizados no controle de *Heterodera glycines*, em soja BMX Potência, comparando aplicações de sulco complementares às aplicações nas sementes.

Nº	Tratamento de sementes	Dose (mL 100 kg <sup>-1</sup> sementes)	Tratamento de sulco	Dose (L ha <sup>-1</sup> )
1	Tiodicarbe	600	-	
2	Tiodicarbe	600	Tiodicarbe	2,5
3	Tiodicarbe	600	Tiodicarbe + Maskio	2,5 + 2,0
4	Tiodicarbe	600	Maskio	2,0
5	Tiodicarbe	600	Cadusafós	4,0
6	Tiodicarbe	600	Cadusafós + Maskio	4,0 + 2,0
7	Testemunha	-	Testemunha	-

OBS: todos os tratamentos com fungicida e inoculante nas sementes.

Aos 28 dias após a semeadura (DAS) do ensaio foi realizada a avaliação de porcentagem de emergência das plantas de soja. Aos 68 DAS foram coletados 100 cm<sup>3</sup> de solo por vaso no primeiro ensaio para avaliação de cistos, e 2 plantas e 100 cm<sup>3</sup> de solo por vaso, para avaliação da massa de raízes e número de cistos viáveis no solo no segundo ensaio. Os cistos foram extraídos segundo o método descrito por Abrantes et al. (2).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância ( $p=0,05$ ), sem transformação, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott (14), utilizando o software AgroEstat (3). A eficácia de controle dos tratamentos em relação a testemunha foi determinada segundo Abbott (1).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observados sintomas visuais de intoxicação em nenhum dos dois ensaios.

De acordo com os resultados apresentados na tabela 3, onde se comparou a aplicação nas sementes ou no sulco de plantio, os tratamentos não interferiram significativamente na porcentagem de emergência da soja, com valores entre 88 e 94% aos 28 DAS. Na mesma tabela, estão descritos os níveis de cisto viáveis no solo, sendo que todos os tratamentos diminuíram significativamente esse parâmetro em relação a testemunha. Essa redução variou entre 31 e 59% aos 68 DAS. Vitti et al. (15) testando doses de abamectina, molécula essa não utilizada nesse estudo, obtiveram redução significativa no número de cistos de *H. glycines*, aos 30 e 60 DAS em uma cultivar suscetível ao nematoide em campo naturalmente infestado, porém o mesmo não se repetiu em condições de casa de vegetação.

**Tabela 3:** Análise de variância e teste de comparação de médias de % de emergência, número de cistos viáveis e % de eficácia em estudo do efeito de produtos aplicados no sulco de plantio ou no tratamento de sementes de soja BMX Potência, para o controle de *Heterodera glycines*, em vasos com terra naturalmente infestada.

Tratamento	% emergência aos 28 DAS	Cistos viáveis/100 cm <sup>3</sup> de solo aos 68 DAS	% eficácia
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	88 a	12 a	44
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	94 a	10 a	54
Tiodicarbe (2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	94 a	9 a	58
Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	94 a	9 a	59
Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	94 a	11 a	48
Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	94 a	15 a	31
Testemunha	94 a	21 b	-
Teste F	0,10 <sup>ns</sup>	2,94*	-
CV (%)	16,09	41,83	-

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade; \*Diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> Não significativo; TS = tratamento de sementes; SP = sulco de plantio; DAS = dias após a semeadura.

No segundo ensaio (Tabela 4), onde se comparou o uso de tratamento de sementes isolado ou combinado com tratamento de sulco, também não houve diferença significativa quanto a % de emergência. Esse parâmetro variou entre 75 e 93% aos 28 DAS. O mesmo foi observado para a massa fresca de raízes, onde nenhum tratamento incrementou ou reduziu significativamente em relação a testemunha. Nunes et al. (8) obtiveram incremento significativo para massa seca de raízes apenas em um tratamento de sementes com produto biológico a base fungos, para controle de *M. incognita*. Em contrapartida, Ribeiro et al. (10) em ensaios com *P. brachyurus* e restrição hídrica, obtiveram incrementos significativos em massa fresca de raízes com tratamentos de sementes, incluindo os que continham diversas doses de tiodicarbe sem déficit hídrico.

**Tabela 4:** Análise de variância e teste de comparação de médias de % de emergência e massa fresca de raízes (MFR) de soja BMX Potência, em estudo de eficácia de produtos aplicados no sulco de plantio em complemento ao tratamento de sementes, para o controle de *Heterodera glycines*, em vasos com terra naturalmente infestada.

Tratamento	% emergência aos 28 DAS	MFR (g/planta)
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	85 a	35,6 a
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	93 a	24,6 a
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	78 a	25,1 a
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	88 a	12,8 a
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	75 a	15,8 a
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	85 a	11,3 a
Testemunha	88 a	14,0 a
Teste F	1,21 <sup>ns</sup>	1,71 <sup>ns</sup>
CV (%)	20,74	68,22

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo; TS = tratamento de sementes; SP = sulco de plantio; DAS = dias após a semeadura.

Quanto ao nível de cistos viáveis de *H. glycines* no solo (tabela 5), todos os tratamentos reduziram significativamente esse parâmetro em relação a testemunha. Sendo que em todos os tratamentos onde se combinou a aplicação nas sementes e no sulco simultaneamente, a redução foi maior em relação ao tratamento com tiodicarbe apenas nas sementes. As combinações de tiodicarbe na semente e o mesmo produto, ou cadusafós, ou Maskio no sulco, apresentaram eficácia variando entre 55 e 75% de controle. A eficácia dos produtos pode variar de acordo com a tecnologia de aplicação utilizada, sendo que isso pode melhorar a deposição e distribuição dos produtos no perfil do sulco de semeadura, porém a resposta pode variar de acordo com as características dos produtos avaliados (mobilidade e persistência no solo) e o nematoide a ser controlado (5).

**Tabela 5:** Análise de variância e teste de comparação de médias do número de cistos viáveis no solo e % de eficácia, em estudo do efeito de produtos aplicados no sulco de plantio em complemento ao tratamento de sementes de soja BMX Potência, para o controle de *Heterodera glycines*, em vasos com terra naturalmente infestada.

Tratamento	Cistos viáveis/100 cm <sup>3</sup> de solo aos 68 DAS	% eficácia
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS)	28 b	27
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP)	10 c	75
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS e 2,5 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	10 c	75
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	16 c	59
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	17 c	56
Tiodicarbe (0,6 L 100 kg <sup>-1</sup> TS) + Cadusafós (4,0 L ha <sup>-1</sup> SP) + Maskio (2,0 L ha <sup>-1</sup> SP)	18 c	55
Testemunha	38 a	-
Teste F	12,21**	-
CV (%)	30,5	-

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade; \*\*Diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F; TS = tratamento de sementes; SP = sulco de plantio; DAS = dias após a semeadura.

Conclui-se, portanto, que os produtos testados não causaram sintomas de intoxicação nas plantas de soja, não diminuíram a porcentagem de emergência e não incrementaram em massa fresca de raízes, seja aplicado nas sementes, no sulco de plantio ou em ambos. A aplicação de tiodicarbe na semente foi tão eficaz na redução de cistos quanto a aplicação no sulco de plantio de tiodicarbe, cadusafós, Maskio e suas associações. A associação de tiodicarbe nas sementes e um tratamento de sulco melhorou a eficácia de controle de cistos de *H. glycines*, saindo de 27% de eficácia para tratamento de sementes isolado, para 75% de eficácia para o tratamento com tiodicarbe nas sementes associado ao uso da mesma molécula no sulco de plantio.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abbott, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.
2. Abrantes, I.; Morais, M.; Paiva, I.; Santos, M. Extração de cistos do solo. In: Tihohod, D. **Nematologia Agrícola Aplicada**. Fcav. Unesp, Jaboticabal, 2000. 473p.
3. Barbosa, J.C.; Maldonado Junior, W. AgroEstat – Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. **Versão 1.0**. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.
4. Caviness, C.E. Breeding for resistance to soybean cyst nematode. In: Riggs, R.D.; Wrather, J.A. (Eds.) **Biology and management of the soybean cyst nematode**, Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1992. p.143-156.
5. Corte, G. D.; Pinto, F. F.; Stefanello, M. T.; Gulart, C.; Ramos, J. P.; Balardin, R. S. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos no controle de fitonematoides em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1534–1540, 2014.
6. Dias, W.A; Garcia, A; Silva, J. F. V; Carneiro, G. E.S; **Nematoides em soja: Identificação e controle**; Circular Técnica: Londrina: Embrapa 2010
7. Frye, J. W. **Efficacy of novel nematicide seed treatments for the control of *Heterodera glycines* in soybean production**. 2009. 41f. Thesis (Master of Science of Plant Pathology) - North Carolina State University, Raleigh.
8. Nunes, H. T; Monteiro, C. H.; Pomela, A.W.V; Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 403-409, 2010.

9. Opperman, C. H.; Chang, S. Plant-parasitic Nematode Acetylcholinesterase Inhibition by Carbamate and Organophosphate Nematicides. **Journal of Nematology**, v. 22, n. 4, p. 481–488, 1990.
10. Ribeiro, L. M.; Campos, H. D.; Ribeiro, G. C.; Neves, D. L.; Dias-Arieira, C. R. Efeito do tratamento de sementes de algodão na dinâmica populacional de *Pratylenchus brachyurus* em condições de estresse hídrico. **Nematropica**, DeLeon Springs, v.42, n.1, p.84-90, 2012.
11. Riggs, R.D.; Hamblen, M.L. **Soybean cyst nematode host studies in the family Fabaceae**. Arkansas Agricultural Experiment Station Report Series No. 110, 1962.
12. Roese, A. D.; Oliveira, R. D. de L.; Lanes, F. F. Reação de cultivares de soja (*Glycine max* L. Merril) a *Meloidogyne paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 28, n. 1, p. 131-135, 2004.
13. Rotam Do Brasil Agroquímica E Produtos Agrícolas Ltda, 2017. Disponível em <<https://www.rotam.com/brasil-product/produtos/TratamentodeSementes/MASKIO/>> Acessado em 10 de dezembro de 2017.
14. Scott, A.; Knott, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.
15. Vitti, A. J. **Tratamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) com abamectina, tiabendazol e acibenzolar-s-metil no manejo de nematoides**. 2009. 100f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Goiás, Goiânia.



## CAPÍTULO 5 – Considerações finais

Nenhum dos tratamentos testados causaram sintomas visuais de intoxicação na cultura. Isoladamente, o tratamento de sementes com tiodicarbe (600 mL 100 kg sementes<sup>-1</sup>) foi tão eficaz na redução da população total de *P. brachyurus* nas raízes da soja, quanto o tratamento de sulco com cadusafós (4,0 L ha<sup>-1</sup>) ou cadusafós + Maskio (4,0 L ha<sup>-1</sup> + 2,0 L ha<sup>-1</sup>). Porém nenhum tratamento aumentou significativamente a produtividade da cultura. Para que se haja incremento significativo em produtividade foi necessário associar a aplicação de tiodicarbe na semente e no sulco de plantio para áreas infestadas por *P. brachyurus*.

Para áreas infestadas com *Meloidogyne incognita* os tratamentos, de semente ou de sulco, foram eficazes no controle e incrementaram em produtividade da cultura da soja quando utilizados em área com alta infestação de nematoides de galha.

A aplicação de tiodicarbe nas sementes foi tão eficaz na redução de cistos de *Heterodera glycines* quanto a aplicação no sulco de plantio de tiodicarbe, cadusafós, Maskio e suas associações. A associação de tiodicarbe nas sementes e um tratamento de sulco melhorou a eficácia de controle de cistos de *H. glycines*. Saindo de 27% de eficácia para tratamento de sementes isolado, para 75% de eficácia para o tratamento com tiodicarbe nas sementes associado ao uso da mesma molécula no sulco de plantio.