



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

ADRIÉLY ALVES DE ALMEIDA

**TRATAMENTO DE SEMENTES COMO ALTERNATIVA PARA  
O CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* EM SOJA *Glycine  
max* (L.) MERRIL**

---

Londrina  
2014

ADRIÉLY ALVES DE ALMEIDA

**TRATAMENTO DE SEMENTES COMO ALTERNATIVA PARA  
O CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* EM SOJA *Glycine  
max* (L.) MERRIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitossanidade

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Débora Cristina Santiago.

Londrina  
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

A447t Almeida, Adriely Alves de.

Tratamento de sementes como alternativa para o controle de *Meloidogyne javanica* em soja *Glycine max* (L.) Merrill / Adriely Alves de Almeida. – Londrina, 2014.  
52 f. : il.

Orientador: Débora Cristina Santiago.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2014.  
Inclui bibliografia.

1. Soja – Semente – Tratamento – Teses. 2. Soja – Doenças e pragas – Controle integrado – Teses. 3. *Meloidogyne javanica* – Teses. 4. Nematoda – Teses. I. Santiago, Débora Cristina. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU 631.53.02:633.34

ADRIÉLY ALVES DE ALMEIDA

**TRATAMENTO DE SEMENTES COMO ALTERNATIVA PARA O  
CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* EM SOJA *Glycine max* (L.)  
MERRIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitossanidade

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dr.<sup>a</sup> Débora Cristina  
Santiago  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Profa. Dr.<sup>a</sup> Neucimara Rodrigues Ribeiro  
Genética do Brasil - GDM

---

Profa. Dr.<sup>a</sup> Andressa Cristina Zamboni  
Machado  
Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR

Londrina, 21 de fevereiro de 2014.

Aos meus queridos pais, irmãos e  
sobrinhos

Dedico

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder o dom da vida e saúde para bem vivê-la.

À Universidade Estadual de Londrina - UEL, especialmente ao Departamento de Agronomia pela oportunidade de realização do curso.

À Capes pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, Prof. Dr.<sup>a</sup> Débora Cristina Santiago, não só pela orientação neste trabalho, mas principalmente por sua amizade, por me receber e encaminhar na vida de pós-graduação, sempre proporcionando ótimas oportunidades para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Professor João Tavares Bueno, que foi quem primeiro me ensinou Fitopatologia, sempre me aconselhando e acalmando, me permitindo ser mais do que sua orientada, uma amiga. Se estou nesse caminho hoje com certeza foi porque ele me mostrou as possibilidades. Agradeço, também, os Professores Dirce Ribeiro de Moraes e João Pereira Torres que, gentilmente, compartilharam comigo seu conhecimento.

À minha família, principalmente, meus pais, Antonio Carlos de Almeida e Eosalina Alves de Almeida, que sempre me educaram para uma vida de honestidade e trabalho, se esforçando para me mostrar o valor dos meus objetivos e me dando força para alcançá-los. Aos meus irmãos, Alex Alves de Almeida e Cristiano Alves de Almeida, que mesmo distantes, são parte de quem eu sou.

Aos amigos Karina Xavier, Ana Paula Xavier, Diana Nogueira, Luma Nogueira, Taisa Paduam, Luana Celestino Santiago, Juliane Marinho, Cristina Feldhaus, Paulo Cesar Altizani, Rafaela Santiago, Cintia Romão, Karine Andrade, Carla Liegi, que fizeram parte de histórias e fases distintas da minha vida, mas que cada um ao seu momento foram ou são de alguma forma, meus melhores amigos.

Aos amigos queridos que fiz na pós-graduação, Douglas Peitl, Giovani de Oliveira Arieira, Ciro Hideki Sumida, Luann Lopes, Vinícius Hícaro Frederico Abe, Felipe Araújo, Karine Andrade, Amanda Miller, Bruna Trovo Canizella, Rodrigo Tibes Hoshino, Fernando Teruhiko Hata, Luciana Harumi Shigueoka, Viviane Yumi Baba, Carla Liegi, William Caldart Pereira, Maurício

Moscardi, Naira Cuareli de Moura, Cesar Sbrussi, que viveram comigo essa fase de mudanças, muitas dúvidas, mas principalmente conhecimento.

Aos amigos e companheiros de laboratório, Camila Torres Stroze, Fernando César Baida, José Rocha, Hélio Vieira, Giovani de Oliveira Arieira, Luann Lopes, Elise Schidlowski e Vitoria Moreno Tedardi, que auxiliaram na instalação e avaliação dos trabalhos.

Agradeço, especialmente, ao amigo Vinicius Hícaro Frederico Abe que muito prestativamente me ajudou desde o planejamento até as avaliações finais dos ensaios, além do apoio em todas as horas, como um bom amigo.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

... “Você realmente ainda  
não entende. Tenta dar sentido ao mundo em  
que  
vive baseado numa visão pequena e  
incompleta da  
realidade. É como olhar um desfile pelo buraco  
minúsculo da dor, da mágoa, do egocentrismo  
e do  
poder, e acreditar que você está sozinho e é  
insignificante. Tudo isso  
contém mentiras poderosas A verdadeira falha  
implícita de sua vida,  
Mackenzie, é que você não acha que EU sou  
bom. Se  
soubesse que EU sou bom e que tudo - os  
meios, os  
fins e todos os processos das vidas individuais  
- é  
coberto por MINHA bondade, mesmo que nem  
sempre  
entenda o que estou fazendo confiaria em MIM.

Você deve desistir de seu direito de decidir o  
que  
é bom e ruim e escolher viver apenas em MIM”.

William P. Young

A Cabana

ALMEIDA, Adriely Alves de. **Tratamento de sementes como alternativa para o controle de *Meloidogyne javanica* em soja *Glycine max* (L) Merrill.** 2014. 52 f.. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina, 2014.

## RESUMO

O tratamento de sementes tem sido evidenciado com boas perspectivas como medida complementar no controle de fitonematoides. Portanto, o objetivo desse trabalho foi verificar o efeito de produtos utilizados no tratamento de sementes de soja sobre o nematoide de galhas *Meloidogyne javanica*. Foram realizados ensaios *in vitro* e em casa de vegetação compostos pela combinação dos tratamentos: Testemunhas (inoculada e não inoculada com *M. javanica* para o ensaio em casa de vegetação); Abamectina; Tiametoxam; Fludioxonil + Metalaxil-M + Tiabendazol; Abamectina + Tiametoxam; Abamectina + Fludioxonil + Metalaxil-M + Tiabendazol; Tiametoxam + Fludioxonil + Metalaxil-M + Tiabendazol; e Abamectina + Tiametoxam + Fludioxonil + Metalaxil-M + Tiabendazol. O ensaio *in vitro* foi realizado com o objetivo de verificar o efeito de produtos sobre a eclosão, mobilidade e mortalidade dos juvenis de segundo estágio ( $J_2$ ) do nematoide. Para o ensaio em casa de vegetação, as sementes de soja cv. BRS 133 foram previamente tratadas conforme descrito anteriormente. A semeadura foi realizada em vasos com capacidade para 3 litros de substrato, com uma planta por vaso. Aos 15 dias da inoculação, avaliou-se o efeito dos tratamentos sobre o desenvolvimento das plantas e a penetração dos  $J_2$  pelo método de coloração com fucsina ácida. Após 30 e 60 dias, foram tomadas novamente medidas de desenvolvimento das plantas, bem como o número de galhas e massas de ovos, população final, fator de reprodução e número de nematoides por grama de raiz. Os tratamentos contendo Abamectina foram os mais eficientes em reduzir a taxa de eclosão dos  $J_2$ , bem como os que apresentaram maiores taxas de imobilização e mortalidade sobre os juvenis, diferindo da testemunha. Aos 15 dias da inoculação, observou-se melhor desenvolvimento radicular, comprimento de parte aérea e massa fresca de parte aérea em plantas provenientes de sementes tratadas. Para o número de nematoides/g de raiz observou-se significativa diferença entre plantas provenientes de sementes tratadas e a testemunha inoculada, destacando-se os tratamentos contendo Abamectina, isolada, ou em combinação com os demais produtos. Após 30 dias, confirmou-se a eficiência do tratamento de sementes em reduzir a população do nematoide nos tratamentos 3 (Abamectina) e 9 (Abamectina + Tiametoxam + Fludioxonil + Metalaxil-M + Tiabendazol), apresentando menores valores para as variáveis população final, fator de reprodução e nematoides/g de raiz. No entanto, aos 60 dias, não observou-se eficiência dos tratamentos em manter baixa a população do nematoide. Portanto, a partir dos resultados obtidos confirmou-se que o tratamento de sementes é uma importante medida, auxiliar, a ser utilizada no manejo integrado dos fitonematoides.

**Palavras-chave:** Abamectina. Controle químico. Nematicidas. Nematoide de galhas. Manejo integrado.

ALMEIDA, Adriely Alves de,. **Seed treatment as an alternative to *Meloidogyne javanica* control in soybean *Glycine max* (L.) Merrill.** 2014. 52 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina, 2014.

## ABSTRACT

The seed treatment have been demonstrated good prospects as a complementary measure to control nematodes. Therefore, this study aimed to investigate the effect of products used in the seeds treatment of soybean on root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. To accomplish this, experiments were conducted *in vitro* and on greenhouse consisted of combinations of treatments: Control (inoculated and non-inoculated, for the test in a greenhouse with nematode and without seed treatment); Abamectin; Tiametoxam; Fludioxonil + Metalaxyl-M + Tiabendazole; Abamectin + Tiametoxam; Abamectin + Fludioxonil + Metalaxyl-M + Tiabendazole; Tiametoxam + Fludioxonil + Metalaxyl -M + Tiabendazole, and Abamectin + Tiametoxam + Fludioxonil + Metalaxyl-M + Tiabendazole. The *in vitro* assay was performed in order to verify the effect of chemicals on hatching, mobility and mortality of nematode second stage juveniles ( J<sub>2</sub> ) . For the experiment in greenhouse, seeds were pretreated by the method of plastic bag with the following combination of treatment. The sowing was performed in glass with a capacity of 3 liters of substrate, leaving one plant per pot. At 15 days after inoculation, the treatment effect on plant growth and nematode penetration was evaluated by th the acid fuchsin method. After 30 and 60 days, were taken measures of plant development again, as well as the number of galls and egg masses, final population, reproduction factor and number of nematodes per gram of root. Treatments containing abamectin were the most effective in reducing the hatching rate of J<sub>2</sub>, as well as those which had higher immobilization and mortality rates on juveniles, differing from control. At 15 days, there was greater root development, length of shoot and fresh weight of shoots in plants grown from treated seeds. For the number of nematodes/g of root was observed significant difference among plants grown from treated seeds and inoculated control highlighting the treatments containing abamectin, isolated or in combination with other products. After 30 days, it was confirmed the effect of seed treatment on reducing nematode populations with treatment 3 (Abamectin) and 9 (Abamectin + Tiametoxam + Fludioxonil + Metalaxyl -M + Tiabendazole), with smaller values for final population factor, reproduction factor and nematodes/g of root. However, at 60 days, after inoculation, there was no effect of treatments on maintaining low nematode populations. Therefore, from the results obtained it can be concluded that the seeds treatment may be a measure that assists in the nematode integrated management.

**Key words :** Abamectin. Chemical control. Nematicides. Root-knot nematode. Integrated management.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 –</b>	Descrição dos produtos comerciais para tratamento de sementes <b>utilizados em ensaios <i>in vitro</i> e em casa de vegetação para o controle de <i>Meloidogyne javanica</i> em soja cv. BRS 133</b> .....	29
<b>Tabela 2 –</b>	Descrição dos tratamentos pela combinação de diferentes ingredientes ativos utilizados para o controle do nematoide <i>Meloidogyne javanica in vitro</i> e em casa de vegetação .....	30
<b>Tabela 3 –</b>	Efeito do tratamento de sementes com diferentes ingredientes ativos sobre a população de <i>Meloidogyne javanica</i> e o desenvolvimento de plantas de soja cv. BRS 133, aos 15 dias após a inoculação .....	37
<b>Tabela 4 –</b>	Avaliação do desenvolvimento de plantas de soja, cv. BRS 133, provenientes de sementes tratadas com diferentes ingrediente ativos, aos 30 dias após a inoculação com <i>Meloidogyne javanica</i> .....	40
<b>Tabela 5 –</b>	Parâmetros populacionais de <i>Meloidogyne javanica</i> provenientes de plantas de soja, cv. BRS 133, que receberam tratamento de sementes com diferentes ingredientes ativos, aos 30 dias após inoculação .....	41
<b>Tabela 6 –</b>	Efeito do tratamento de sementes de soja, cv. BRS 133, sobre o desenvolvimento vegetativo das plantas e população final de <i>Meloidogyne javanica</i> , após 60 dias da inoculação.....	42

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 -** Porcentagem de eclosão, mortalidade e mobilidade de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne javanica* quando expostos a princípios ativos utilizados no tratamento de sementes de soja cv. BRS 133 .....34
- Figura 2 -** Comparação no desenvolvimento de parte aérea de plantas de soja, cv. BRS 133, submetidas ao tratamento de sementes, 15 dias após a inoculação com *Meloidogyne javanica* .....38
- Figura 3 -** Método de coloração com fucsina ácida, destacando os juvenis no interior do tecido radicular. A= Juvenis ainda vermiformes observados no tecido radicular B C D= Formas salsichoides de *Meloidogyne javanica* com o processo de formação da galha já avançado .....39

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1	A CULTURA DA SOJA NO BRASIL .....	14
2.2	FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA.....	15
2.3	NEMATOIDES DE GALHAS NA CULTURA DA SOJA .....	17
2.4	MEDIDAS DE MANEJO DE FITONEMATOIDES.....	18
2.5	TRATAMENTO DE SEMENTES .....	21
<b>3</b>	<b>ARTIGO: TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA SOBRE</b> <b><i>Meloidogyne javanica</i> IN VITRO E EM CASA DE VEGETAÇÃO</b> .....	<b>26</b>
3.1	RESUMO .....	26
3.2	ABSTRACT.....	26
3.3	INTRODUÇÃO .....	27
3.4	MATERIAL E MÉTODOS .....	29
3.4.1	Ensaio <i>In Vitro</i> .....	30
3.4.1.1	Obtenção de ovos e juvenis de <i>M. javanica</i> .....	30
3.4.1.2	Avaliação dos tratamentos sobre a eclosão de juvenis de <i>M. javanica</i> .....	31
3.4.1.3	Avaliação dos tratamentos sobre a mobilidade e mortalidade de juvenis de <i>M. javanica</i> .....	31
3.4.2	Ensaio em Casa de Vegetação.....	31
3.4.3	Análise Estatística.....	32
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.5.1	Ensaio <i>In Vitro</i> .....	33
3.5.2	Ensaio em Casa de Vegetação.....	36
3.6	CONCLUSÕES.....	43
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O acompanhamento histórico da produção brasileira de soja, feito pela Conab de 1976/77 até 2012/13, mostra que a área ocupada com a leguminosa no Brasil aumentou 298,9% nesse período, passando de 6,9 milhões para 27,7 milhões de hectares, e a produção cresceu 570,7%, saltando de 12,1 para 81,4 milhões de toneladas. Com a continuidade desse avanço, o Brasil deverá se consolidar como o maior produtor mundial, ultrapassando os Estados Unidos (CARVALHO et al., 2013).

Mesmo frente a todo o avanço no cultivo da soja, permitindo a produção e a adaptação de variedades às mais diversas regiões do país, a ocorrência de pragas e doenças continua a limitar a produção da cultura. Os fitonematoides estão entre os principais patógenos da soja, e é consenso que são necessárias medidas integradas de manejo, para manter as populações desses patógenos abaixo de um limite de dano econômico.

No entanto, em muitos casos, poucas medidas são realmente efetivas. Dentre algumas possibilidades estão o uso de cultivares resistentes, a rotação de culturas, o uso de plantas antagonistas, o controle biológico e o controle químico. Na sociedade atual, incentiva-se o investimento em medidas de manejo mais sustentáveis. Assim, o uso de cultivares de soja com resistência é um dos métodos que possibilitam adequado controle de nematoides, tanto em sistemas agrícolas de baixo como de alto uso de tecnologia (ROBERTS, 1990). Embora esta esteja entre as medidas ideais de controle, ainda não estão disponíveis cultivares com ampla resistência para todas as espécies. E até mesmo a rotação de culturas é limitada em muitas regiões, por conta de populações mistas ou por poucas opções de plantas possíveis para o sistema.

Assim, busca-se também o desenvolvimento de novas medidas de controle, ou a otimização de uso das medidas já efetivas, das quais não se pode abrir mão, como o controle químico. São constantes as pesquisas com novas moléculas, melhorias nas tecnologias de aplicação, de forma a evitar ou minimizar os prejuízos causados pelo uso dos agroquímicos ao meio ambiente e ao homem

Nesse contexto evidencia-se o tratamento de sementes, medida base de controle dentro dos princípios do manejo integrado de doenças. O investimento em tratamento de sementes no Brasil é evidente, onde segundo Juliatti

(2010), praticamente 100% das sementes de soja plantadas no país são tratadas pelo menos com fungicidas e inseticidas. Além disso, o desenvolvimento de novas metodologias de recobrimento das sementes, aliado à combinação de diferentes tipos de princípios ativos, permite o controle de agentes antes não controlados como os fitonematoides (JULIATTI, 2010).

O tratamento de sementes vem se destacando como medida complementar no manejo dos fitonematoides. O interesse em verificar o efeito dessa forma de aplicação, surgiu com a reavaliação da molécula nematicida Abamectina, quando aplicada na semente e sua efetividade no controle desses patógenos. A partir de então diversos trabalhos foram realizados, principalmente, na cultura do algodoeiro e com os nematoides de galhas, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 e o reniforme *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, 1940 (FASKE e STARR, 2006, 2007; MONFORT et al., 2006; CABRERA et al., 2009; BESSI, SUJIMOTO e INMOTO, 2010; KUBO, MACHADO e OLIVEIRA, 2012).

Considerando a dificuldade de manejo dos fitonematoides, e em muitos casos, as poucas possibilidades disponíveis, todas as medidas que possam auxiliar na diminuição das populações, são válidas. No entanto, deve-se conhecer a eficiência dos produtos em reduzir os prejuízos à produção e minimizar os impactos ao ambiente, assim como os efeitos sobre os diferentes patógenos para planejar a melhor forma de manejo. Espera-se que o tratamento de sementes ajude a diminuir os danos causados pelos nematoides na fase inicial da cultura, permitindo que as plantas tenham possibilidade de melhor expressar seu potencial genético. Assim, objetivou-se com o presente trabalho verificar o efeito de diferentes produtos utilizados no tratamento de sementes de soja sobre o nematoide de galhas *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 com testes *in vitro* e *in vivo*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DA SOJA NO BRASIL

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é originária das regiões central e norte da China, onde ocorreu a sua 'domesticação'. O primeiro relato do cultivo da soja, no Brasil, é de 1882, no estado da Bahia (BLACK, 2000). Em seguida, foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, e somente em 1914 foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul (BONETTI, 1981). Nos anos 80, a cultura foi responsável pelo desenvolvimento da região central do Brasil, principalmente, nos estados de Goiás e Mato Grosso (FREITAS, 2011). A expansão continua em novos territórios do bioma Cerrado, estabelecendo uma nova fronteira agrícola chamada de Mapitoba – Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, no Norte e Nordeste do país (FREITAS, 2011).

A soja tornou-se a mais importante oleaginosa cultivada no mundo. Seus grãos são muito usados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos, além do uso como fonte alternativa de biocombustível (COSTA NETO; ROSSI, 2000).

No Brasil, desde a sua introdução, a cultura tem se aprimorado, destacando a eficiência dos produtores e o alto nível tecnológico desprendido a campo (VENCATO et al., 2010). Tornou-se, a cultura de maior expressão comercial, e componente fundamental na alimentação animal e humana, tornando o seu cultivo a atividade que mais ocupa o território nacional e fator decisivo ao equilíbrio da balança comercial (VENCATO et al., 2010).

O sucesso da cultura é reflexo, em grande parte, do apoio da pesquisa para o desenvolvimento da oleaginosa, que permitiu à planta se adaptar aos mais diferentes ambientes e produzir cada vez mais em uma mesma área (VENCATO et al., 2010). Pois, para que uma cultivar possa expressar o seu máximo potencial produtivo em determinada região, é necessário que esta cultivar seja selecionada no ambiente edafo-climático específico, assim os genes de produtividade e adaptação podem se expressar adequadamente (SILVA NETO, 2012).

Grande parte da variabilidade genética da cultura é mantida e conservada em bancos de germoplasma existentes em vários países orientais e

ocidentais (ALMEIDA et al., 1997). No Brasil, existe uma coleção de germoplasma com aproximadamente 4.000 acessos (genótipos), que está sendo conservada em câmaras climatizadas no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Soja, em Londrina, Paraná. Esta mesma coleção é mantida, em condições de conservação em longo prazo, na Coleção Base da Embrapa Recursos Genéticos, em Brasília (DF). A maioria desses acessos foi introduzida da coleção de germoplasma norte-americana e é composta principalmente por genótipos procedentes da China, do Japão e de outros países onde ocorreu a diversificação da espécie (ALMEIDA et al., 1997).

Ainda que seja evidente o progresso alcançado pela cultura da soja no Brasil, nas últimas décadas, anualmente o produtor pode perder de 15 a 20% de sua produtividade devido à ocorrência de doenças. A importância econômica de cada doença varia, de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra. No mundo ocorrem mais de 100 doenças diferentes na cultura da soja, causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides. No Brasil em torno de 40 destas doenças já foram relatadas e esse número tende a aumentar devido à expansão da soja para novas áreas de cultivo e, também, como consequência do monocultivo (HENING, 2009).

## 2.2 FITONEMATÓIDES NA CULTURA DA SOJA

Os fitonematóides estão entre os principais problemas fitossanitários da soja. Mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas aos cultivos de soja em todo o mundo (DIAS, et. al., 2010). Entretanto, no Brasil, as espécies mais prejudiciais à cultura têm sido *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & S. Stekhoven, 1941, *Rotylenchulus reniformis*, e as espécies do gênero *Meloidogyne* (DIAS, et. al., 2010).

Entre os nematoides formadores de galhas, *M. javanica* tem ocorrência generalizada, enquanto *M. incognita* predomina em áreas cultivadas anteriormente com café ou algodão. Nas lavouras de soja atacadas por nematoides de galhas, geralmente, observam-se manchas em reboleiras, onde as plantas ficam pequenas e amareladas. As folhas das plantas afetadas às vezes apresentam 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 em que acontecem “veranicos” na fase de enchimento de grãos, os danos tendem a ser maiores. Nas raízes das plantas atacadas observam-se galhas em número e tamanho variados, dependendo da suscetibilidade da cultivar e da densidade populacional do nematoide no solo (DIAS et al., 2010).

A ocorrência de *P. brachyurus*, por sua vez, tem ganhado importância, tanto pelos danos à cultura, quanto pela sua ampla disseminação e alta incidência em áreas produtoras nos estados MT, GO, MG e TO. As primeiras constatações da elevada frequência de *P. brachyurus* em solos do Mato Grosso datam de 2004 (SILVA et al., 2004). No estado do Mato Grosso e no norte do Mato Grosso do Sul, a existência de fatores favoráveis, como solos de textura média-arenosa (15-25% de argila) e sequências de culturas suscetíveis (soja, milho e algodão), levou ao aumento das populações. Em levantamento conduzido no estado do Mato Grosso, em 273 amostras de solo e raízes, o nematoide foi observado em maior número nas amostras (33%), tanto na cultura da soja como do algodão. Além de ser o mais frequente foi o que apresentou as populações mais altas (ZAMBIASI et al., 2007).

O nematoide de cisto da soja (NCS), *H. glycines*, foi detectado pela primeira vez no Brasil, na safra 1991/92 (LIMA et al., 1992; LORDELLO et al., 1992; MONTEIRO e MORAIS, 1992). Atualmente, está presente em cerca de 150 municípios em dez estados (MG, MS, MT, GO, SP, PR, RS, BA, TO e MA), cobrindo mais de 2.500.000 ha (DIAS et al., 2009). No Brasil Central, em condições de populações muito elevadas do nematoide no solo, especialmente se associadas com excesso de calagem, as perdas devidas ao NCS chegam a 100 %. Mesmo em lavouras de soja sem sintomas aparentes de danos, como acontece nos estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, as produtividades de cultivares suscetíveis têm sido, em média, 400 kg / ha menores do que as de cultivares resistentes (GARCIA et al., 2005).

Por fim, o nematoide reniforme (*R. reniformis*) é um parasita de várias culturas de interesse econômico (ROBINSON et al. 1997). Até o início do ano 2000, *R. reniformis* foi considerado um patógeno secundário para a soja. Entretanto, sua ocorrência tem aumentado de forma consistente nos últimos anos, principalmente, no Estado do Mato Grosso do Sul (ASMUS, 2005). Constitui em

emergente problema fitossanitário às lavouras de soja deste Estado, onde altas populações do nematoide têm sido associadas à perdas de rendimentos na cultura (ASMUS et al., 2003).

### 2.3 NEMATOIDES DE GALHAS NA CULTURA DA SOJA

O gênero *Meloidogyne* foi descrito originalmente por E. A. Göeldi, em 1887 no Brasil, para designar o grupo de parasitos radiculares do cafeeiro e conter uma nova espécie de nematoide. Com o passar dos anos, muitas novas espécies foram incluídas no gênero, que teve sua importância econômica plenamente reconhecida, e é hoje considerado o de maior interesse em todo o mundo. A distribuição de nematoides de galhas por todo o mundo deve-se, principalmente, por estes serem altamente polífagos, somando-se a isso o comércio indiscriminado de mudas e materiais de propagação vegetativa parasitados por espécies de *Meloidogyne* que ocorre há muitas décadas e sua alta competitividade biológica (FERRAZ, 2001).

O ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. consiste de seis estádios fenológicos: ovo, juvenis de primeiro estágio ( $J_1$ ), e daí passando por sucessivas ecdises até a fase de juvenil de quarto estágio ( $J_4$ ) e formação do adulto (VAN DER EYCKEN et. al., 1996; GHEYSEN; FENOLL, 2002). Cada fêmea de *Meloidogyne* deposita seus ovos em um único local da raiz, originando típico aglomerado ou massa envolvida por substância gelatinosa, podendo conter em média até 400 ovos. No interior destes ovos encontram-se juvenis de 1º estágio ( $J_1$ ), que logo sofrem a primeira ecdise originando os  $J_2$ , estes após eclodirem passam a migrar no solo à procura de raízes de um hospedeiro favorável. Penetrando em radícula de planta suscetível, o nematoide estabelece um sítio de alimentação com a formação de células nutridoras e o juvenil mostra-se gradualmente mais robusto, com o corpo salsichoide. As fêmeas sexualmente maduras são globosas, branco-leitosas, tornando-se endoparasitas sedentárias (FERRAZ; MONTEIRO, 2011).

Os sintomas apresentados pelas plantas infectadas são presença de galhas nas raízes, deformação e subdesenvolvimento do sistema radicular, com redução na eficiência das raízes em absorver e transportar água e nutrientes, menor desenvolvimento da parte aérea, clorose generalizada, redução na produtividade e, em determinadas situações, a morte de plantas (TIHOHOD, 2000).

As pesquisas sobre as meloidoginoses da soja, no Brasil, iniciaram-se na década de 50 (FERRAZ, 2001). Carvalho (1954) já alertava os sojicultores sobre os sérios problemas causados por nematoides parasitos de raízes, em especial os causadores de galhas. De acordo com Ferraz (2001) os ataques por nematoides de galhas confundem-se com o próprio cultivo da soja, pois em estudos realizados em 1975, em área experimental da Embrapa em Planaltina (DF), foi identificada no campo uma população de *M. javanica*, como se tratava de área de cerrado recém-desbravada, ficou claro que o nematoide vinha sobrevivendo no local parasitando raízes de uma ou mais espécies vegetais típicas daquela vegetação nativa e que, quando se passou a praticar a monocultura com hospedeiro muito favorável como a soja, os níveis populacionais aumentaram rapidamente, ao ponto de, em apenas um ou dois anos, provocarem danos sérios e evidentes.

#### 2.4 MEDIDAS DE MANEJO DE FITONEMATOIDES

O efetivo controle de fitonematoides é fundamental para a produção rentável de muitas culturas (HALBRENDT e LAMONDIA, 2004). A melhor forma de controle é através da exclusão, princípio que visa impedir a entrada de patógenos em uma área indene (SILVA, 2011). Uma vez estabelecidos em uma área é praticamente impossível erradicá-los, no entanto diversos métodos podem ser empregados para o seu manejo. Dentre as principais medidas de manejo, pode-se citar: rotação de culturas, uso de cultivares resistentes, controle biológico e o controle químico (SILVA, 2011).

O uso de cultivares de soja com resistência é o método de mais fácil adoção para o controle de nematoides do gênero *Meloidogyne* (SILVA, 2001). Essas cultivares possibilitam adequado controle desses nematoides, tanto em sistemas agrícolas de baixo como de alto uso de tecnologia (ROBERTS, 1990).

De acordo com Boerma e Hussey (1992), algumas vantagens específicas podem ser proporcionadas pelo uso dessas cultivares, como: suprimir a reprodução da espécie de nematoide em questão; reduzir o período de rotação com culturas não hospedeiras; menor risco de contaminação do ambiente; custo similar ao das cultivares suscetíveis.

De maneira geral, existe disponibilidade de fontes de resistência a nematoides em germoplasmas das espécies de plantas cultivadas. Poucas delas,

entretanto, foram satisfatoriamente estudadas. Para que um programa de melhoramento de plantas visando resistência a nematoides possa ser conduzido, é necessário que haja metodologia definida para tal e fontes de resistência disponíveis. Deve-se buscar fontes de resistência inicialmente em cultivares comerciais adaptadas, para somente depois buscá-la no germoplasma selvagem e/ou por introduções de plantas, no entanto, a opinião pública não tem sido muito favorável à introdução de genes estranhos numa dada espécie para a produção de alimentos transgênicos (SILVA, 2001).

A reprodução das espécies do gênero *Meloidogyne* mais frequentes no Brasil, como *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*, se dá por partenogênese mitótica, o que contribui para reduzir diversidade genética da espécie, conseqüentemente aumentando a durabilidade da resistência (SILVA, 2001). Já outras espécies, como *H. glycines*, a presença da fecundação cruzada eleva a variabilidade genética, que é expressa na forma de diversas raças (SILVA, 2001), dificultando assim a obtenção de cultivares com resistência adequada.

Métodos culturais, a exemplo da rotação de culturas com espécies não hospedeiras e/ou antagonistas, têm sido efetivos como prática de manejo de nematoides (SANTOS e RUANO, 1987; COSTA e FERRAZ, 1990). Alguns trabalhos também mostram que o cultivo de plantas não hospedeiras, apenas na entressafra, não apresentou ser uma boa opção para redução da população de nematoides, e que, apenas a semeadura de cultivares resistentes não deve ser a única opção de controle. No entanto, até mesmo a rotação pode encontrar limitações. No controle do nematoide de galhas, a rotação deve ser bem planejada, uma vez que a maioria das espécies cultivadas podem ser atacadas. Quase todas as plantas daninhas, também, possibilitam a reprodução e a sobrevivência desses nematoides (TORRES et al., 2009)

A escolha da rotação adequada deve se basear, também, na viabilidade técnica e econômica da cultura na região, sendo bastante variável de um local para outro. Como existe variação dentro das espécies vegetais com relação à capacidade de multiplicar as diferentes espécies de *Meloidogyne* spp., somente a partir do conhecimento da reação de cultivares e híbridos a esta espécie, é que se pode desenvolver um planejamento eficiente de rotação/sucessão de culturas (TORRES et al., 2009).

Na busca por métodos eficientes, e ambientalmente seguros de manejo de nematoides, diversas pesquisas vêm sendo realizadas, com o objetivo de explorar o potencial de inimigos naturais, em programas de controle biológico (FERRAZ et al., 2001).

O controle biológico se dá pela redução da população de determinado patógeno por outro organismo vivo, geralmente um microrganismo, por meio de parasitismo, predação, competição ou antibiose. Esses organismos podem ocorrer naturalmente na área infestada pelos nematoides ou serem selecionados e introduzidos pelo homem (VENZON et al., 2005). Dentre os inimigos naturais dos nematoides, podem-se citar os fungos, bactérias, nematoides predadores, protozoários, ácaros, colêmbolas, tardígrados etc. (CARNEIRO et al., 1999).

O controle químico, por sua vez, é feito com o uso de nematicidas, que são basicamente, de dois tipos; os fumigantes e os não fumigantes. Os fumigantes de solo são gases sob pressão ou líquidos que se transformam em gases quando injetados no solo. O brometo de metila foi o mais efetivo dos fumigantes de solo, sendo considerado um biocida e não apenas nematicida, de alta toxicidade, tendo por isso sua comercialização proibida (FREITAS; OLIVEIRA; FERRAZ, 2004). Os nematicidas não fumigantes incluem variedades de compostos solúveis em água, que são aplicáveis no solo como líquidos ou em formulações granuladas, e se dividem em nematicidas de contato (Ethoprophos - Mocap) e sistêmicos, que podem ser fosforados (Fenamifós) ou carbamatos (Carbofuran, Aldicarb e Oxamyl) (FREITAS; OLIVEIRA; FERRAZ, 2004).

Os estudos com tratamento químico visando o controle de fitonematoides vêm de longa data. Boock (1951) foi um dos primeiros a trabalhar com a aplicação de Dowfume 40 no combate aos nematoides formadores de galhas em tubérculos de batatinha e já constatava eficiência dos produtos em diminuir o número de nematoides.

Novaretti, Miranda e Alcântara (1981) verificaram que em local infestado por *M. javanica* e *P. brachyurus*, os nematicidas Temik e Carbofuran agiram eficientemente sobre os nematoides das galhas, e o Carbofuran mostrou-se mais eficaz no controle de *P. brachyurus*, além disso os tratamentos contribuíram para uma maior altura de plantas e o aumento significativo na produção de grãos.

Nordmeyer e Dickson (1985), por sua vez, não verificaram efeito do carbofuran no aumento da produção em plantas de tabaco infectadas com *M.*

*arenaria* e *M. javanica*, sendo este eficiente apenas no incremento da produção de plantas infectadas com *M. incognita*. No entanto, os nematicidas, Fenamifos, Oxamil, Aldicarb, Ethoprop, Carbofuran, diminuíram o número de juvenis no solo. Fenamifos, Oxamil e Aldicarb foram, ainda, eficientes em diminuir o índice de galhas no sistema radicular das plantas de tabaco.

Em ensaios de campo conduzidos na Georgia, Baird et al. (2000) compararam nematicidas no controle de *M. incognita* em algodão e baseado em seus resultados 1,3-D e Aldicarb, sozinhos ou em combinação, poderiam ser recomendados em sistemas de produção de algodão para o manejo do nematoide.

O controle químico, embora seja eficiente, tem seu uso cada vez mais limitado por sua alta toxicidade, risco de contaminação ambiental, alto custo, baixa disponibilidade em países em desenvolvimento ou baixa eficácia de controle após repetidas aplicações (DONG; ZHANG, 2006). Outra forma de aplicar os produtos químicos é através do tratamento de sementes, permitindo maior viabilidade técnica e econômica para o produtor. Além dos benefícios sobre os aspectos toxicológicos (BESSI; SUJIMOTO e INOMOTO, 2010), uma menor quantidade de produto químico é utilizada e entra em contato com a superfície do solo, o que representa menor custo nos gastos totais de produção.

## 2.5 TRATAMENTO DE SEMENTES

Tratamento de sementes, no contexto amplo, é a aplicação de processos e substâncias que preservem ou aperfeiçoem o desempenho das sementes permitindo que as culturas expressem todo o seu potencial genético. Inclui a aplicação de defensivos (fungicidas, inseticidas, nematicidas), produtos biológicos, inoculantes, estimulantes, micronutrientes, etc. ou a submissão ao tratamento térmico ou outros processos físicos (MENTEN; MORAES, 2010).

A associação de patógenos e pragas com sementes é um fenômeno já amplamente conhecido em todo o mundo. Além dos organismos carregados pelas sementes, há ainda os patógenos do solo que atacam as sementes em germinação e as plântulas emergentes provocando tombamento na pré e pós-emergência, além da multiplicação de inóculo. Esta multiplicação aumenta o potencial e a densidade do inóculo, bem como seu período de sobrevivência, selecionando cepas mais virulentas (DIHINGRA, 1985).

Segundo Machado et al. (2006), a adoção do tratamento de sementes vem aumentando nos últimos anos no Brasil, principalmente o tratamento químico. Na cultura da soja praticamente 100% das sementes são tratadas com fungicidas, 30% com inseticidas e 50% com micronutrientes, com o objetivo de proteger o estabelecimento no campo ou até mesmo o seu desenvolvimento vegetativo (JULIATTI, 2010).

De acordo com Dihingra (1985), mesmo quando o tratamento de sementes não proporciona lucros visíveis imediatamente, persiste a certeza de não ocorrência de perdas econômicas. Em longo prazo, e em termos de futuro do campo de cultivo, há lucros econômicos devido à redução das perdas ocasionadas por patógenos tanto do solo como os carregados pelas sementes. A erradicação posterior e a recuperação de campos contaminados seria bem mais onerosa, comparando-se com áreas onde as sementes foram tratadas regularmente a cada ano.

A introdução de produtos com diferentes modos de ação, em doses menores, e em formulações mais eficazes e seguras, tem proporcionado opções para o controle de patógenos antes não controlados (MACHADO et al., 2006). Além disso, novas tecnologias de recobrimento têm permitido a combinação de diferentes grupos químicos (fungicidas, inseticidas, nematicidas) em uma mesma formulação (JULIATTI, 2010).

Dentre os produtos usados como nematicidas, encontra-se disponível a Abamectina. As avermectinas são lactonas macrocíclicas, cuja família possui 16 membros que, apesar da semelhança estrutural com os antibióticos, não apresentam tais atividades. As avermectinas são produzidas pelo organismo de solo *Streptomyces avermitilis*. A fermentação do *S. avermitilis* produz dois pares homólogos de compostos: avermectinas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>. As avermectinas até hoje utilizadas comercialmente são a Abamectina, Ivermectina e mais recentemente a Ddoramectina. A Abamectina é produto da fermentação natural do *S. avermitilis* e a Ivermectina é seu derivado sintético (REDDY, 2013).

As avermectinas, principalmente a Abamectina, têm utilização no combate de ectoparasitas em vegetais, tais como plantas ornamentais, cítricas, algodão, peras e verduras (REDDY, 2013). As indicações iniciais de atividade inseticida deste grupo de produtos naturais foram mostradas em testes contra o escaravelho da farinha e as larvas da mosca varejeira ectoparasitas de ovelhas

(OSTLIND et al., 1979). Trabalhos posteriores também demonstraram potente atividade contra outros ectoparasitas veterinários como ácaros e carrapatos (WILKINS et al., 1980).

A Abamectina tem uma ação nematicida diferente dos nematicidas organofosforados e organocarbamatos que inibem a ação da acetilcolinesterase (REDDY, 2013). Sugere-se que tenham dois sítios de ação, que diferem na localização e propriedades farmacológicas (STRETTON et al., 1987). Os múltiplos sítios de ação da molécula dependem: do microrganismo, da diferença de sensibilidade desses alvos, e da solubilidade do componente (TURNER e SCHAEFFER, 1989). No primeiro modo de ação há uma correlação entre a abamectina e os receptores de ácido-aminobutírico (GABA), envolvendo a permeabilidade de canais de cloro. Assim, a abamectina é antagonista de GABA em nematoides (STRETTON et al., 1987). No segundo modo de ação, a abamectina estimula a liberação de GABA de terminais inibitórios pré-sinápticos (KASS et al., 1984), causando alterações na transmissão dos impulsos nervosos.

A comercialização de abamectina, como um nematicida padrão, tem sido adiada, devido à baixa solubilidade em água e forte adsorção as partículas do solo (MONFORT et al., 2006). Estudos têm sugerido que a mobilidade das avermectinas pode ser aumentada através da formulação com surfactantes adequados que competem por locais de adsorção ou que formem micelas em torno da molécula que irá reduzir a adsorção (REDDY, 2013). Algumas outras abordagens, tais como a utilização de liberação lenta e formulações encapsuladas poderão também ser aplicadas para promover a pesquisa com as avermectinas (BESSI, SUJIMOTO e INOMOTO, 2010; REDDY, 2013).

Em 2005, foi lançada uma formulação deste ingrediente ativo, visando o tratamento de sementes, sob o nome comercial Avicta 500 FS (Syngenta Crop Protection, Greensboro, NC). A Abamectina demonstrou resultados positivos na cultura do algodão quando aplicada em doses relativamente baixas (100 g i.a. 100Kg<sup>-1</sup> sementes) (MONFORT et al., 2006), no controle de *M. incognita* e *R. reniformis* (FASKE; STARR, 2007).

Segundo Monfort et al. (2006), o nematicida aplicado via tratamento de sementes é uma alternativa atraente ao manejo de nematoides, devido à sua conveniência e baixo risco, além de menor custo em relação a aplicação de outros nematicidas. Apesar da concentração de Abamectina, na rizosfera do solo, quando

a semente germina não estar bem esclarecida, de acordo com Faske e Starr (2006), até mesmo baixas concentrações podem resultar em paralisia irreversível de *M. incognita* e *R. reniformis*, inibindo o potencial da infecção.

Silva et al. (2004) observaram que 0,42  $\mu\text{m. mL}^{-1}$  de Abamectina foi suficiente para causar imobilização e morte de  $J_2$  de *M. incognita in vitro*. Resultados semelhantes relatados por Faske e Starr (2006), em bio-ensaios de laboratório, demonstraram que as concentrações subletais de 1,56 a 0,39  $\mu\text{m. mL}^{-1}$  para *M. incognita* e 32,9 a 8,2  $\mu\text{m. mL}^{-1}$  para *R. reniformis*, por 2 e 24 horas de exposição respectivamente, reduziram a infectividade destas espécies de nematoide nas raízes do tomateiro, sendo a toxicidade deste nematicida comparada à de aldicarbe.

Estudos revelam que a Abamectina, em várias concentrações, reduzem a infecção das raízes em plantas, quando aplicadas no tratamento de sementes. Cabrera et. al. (2009) verificaram que para *P. brachyurus* no milho a redução nas lesões foi de mais de 80 %, quando comparada a plantas não tratadas. O número de galhas causadas por *M. incognita* em algodão diminuiu mais de 80% em relação a plantas não tratadas, e a penetração de *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871 em beterraba açucareira foi reduzida em 60% quando as sementes foram tratadas.

Com boas perspectivas outros produtos têm sido testados e relatados com efeito sobre as populações de fitonematoides. Favoretto et al. (2010), em estudo para tratamentos de sementes contra *Aphelencooides* spp. em sementes de *Brachiaria brizantha*, testaram os respectivos produtos e dosagens: Abamectina (Avicta) 1,5; 3,0 e 6,0 ml; imidacloprid (Gaucho) 3,0; 6,0 e 12,0 ml; clotianidina (Poncho) 3,0; 6,0 e 12,0 ml; tiodicarbe (Semevin 350) 7,5; 15,0 e 30,0 ml; imidacloprid + tiodicarbe (Cropstar) 12,0; 24,0 e 48,0 ml e carbofuran (Furadan) 12,5; 25,0 e 50,0 ml, e não encontraram nematoides nos tratamentos com carbofuran e imidacloprid + tiodicarb, nas doses testadas.

Steffen et al. (2011) verificaram o efeito de Abamectina e carbofuran sobre *M. graminicola* em sementes de arroz irrigado. Os tratamentos com Abamectina nas doses 60 e 90 mL foram eficientes em reduzir significativamente o número de juvenis penetrantes de segundo, terceiro e quarto estádios e a formação de galhas nas raízes. Kubo, Machado e Oliveira (2012), também, mostram que o tratamento de sementes com Thiodicarb + Imidacloprid, Thiodicarb + Imidacloprid + CloTianidin, Thiodicarb 350 e Tiametoxam 350 FS + Abamectin 500 FS, foram

eficientes na proteção das raízes do algodoeiro contra a penetração das formas infestantes de *R. reniformis*.

Além do tratamento químico, diversos produtos biológicos têm sido testados no controle desses patógenos, inclusive com aplicação via tratamento de sementes. Nunes, Monteiro e Pomela (2010), avaliaram a eficácia dos fungos *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samsom e *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & Gams (sinonímia *Verticillium chlamydosporium*), de um produto comercial à base de *Bacillus* sp. (Nemix) e do nematicida químico Aldicarb no controle de *M. incognita* em soja, variedade M-SOY 6101. O fungo *P. lilacinus* foi o mais atuante dos agentes biológicos, favorecendo a manutenção da quantidade de matéria seca da raiz de soja, e reduzindo o número de ovos. O produto Nemix e *P. chlamydosporia* somente tiveram ação efetiva na redução do número de ovos do nematoide.

De acordo com Menten e Moraes (2010), devido às vantagens agronômicas, sociais e ambientais e ao maior reconhecimento da importância da sanidade e tratamento adequado dos materiais de propagação vegetal no manejo integrado de pragas e doenças, a tecnologia para o tratamento de sementes deve ser cada vez mais aprimorada e utilizada em todas as culturas.

### 3 ARTIGO - EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA SOBRE *Meloidogyne javanica* IN VITRO E EM CASA DE VEGETAÇÃO

#### EFFECT OF SEEDS TREATMENT OF SOYBEAN ON *Meloidogyne javanica* IN VITRO AND ON GREENHOUSE

3.1 RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de produtos contendo o nematicida Abamectina, isolada ou em combinação com fungicidas e inseticida, sobre a população de *Meloidogyne javanica*, *in vitro* e em casa de vegetação. Em ambos os ensaios, testou-se a combinação dos seguintes tratamentos: Testemunhas (inoculada e não inoculada com *M. javanica* para o ensaio em casa de vegetação); Abamectina; Tiametoxam; Fludioxonil+Metalaxil-M+Tiabendazol; Abamectina+Tiametoxam; Abamectina+Fludioxonil+Metalaxil-M+Tiabendazol; Tiametoxam+Fludioxonil+Metalaxil-M+Tiabendazol; Abamectina + Tiametoxam +Fludioxonil+Metalaxil-M+Tiabendazol. Os ensaios foram realizados em delineamento inteiramente casualizado com seis (*in vitro*) e 10 (casa de vegetação) repetições para cada tratamento. Nos ensaios *in vitro* avaliou-se o efeito dos tratamentos sobre a eclosão, mobilidade e mortalidade dos juvenis de *M. javanica*. No ensaio em casa de vegetação, as sementes da cultivar BRS 133, foram previamente tratadas e, aos 15, 30 e 60 dias após a inoculação (DAI) de *M. javanica*, foram realizadas mensurações fitométricas das plantas de soja. Avaliou-se, ainda, a penetração dos J<sub>2</sub> aos 15 DAI pelo método de coloração da fucsina ácida, aos 30 DAI obteve-se o número de galhas e massas de ovos, população final, fator de reprodução e número de nematoides/g de raiz, e aos 60 DAI, obteve-se novamente a população final do nematoide nas raízes. Os tratamentos contendo Abamectina (3, 6, 7 e 9) foram os mais eficientes em diminuir a taxa de eclosão do juvenis. Todos os tratamentos apresentaram, ainda, efeito na mobilidade dos nematoides quando comparados à testemunha, no entanto apenas no tratamento contendo Abamectina isolada não houve recuperação da mobilidade dos juvenis após a adição de NaOH. Em casa de vegetação, aos 15 DAI, plantas provenientes de sementes tratadas apresentaram maiores valores para massa fresca de raiz, massa fresca de parte aérea e comprimento de parte aérea, diferindo da testemunha inoculada. Para o número de J<sub>2</sub>/g de raiz, todos os tratamentos diferiram da testemunha apresentando menores valores. Aos 30 dias da inoculação, confirmou-se o efeito dos produtos em diminuir a população final de *M. javanica*, destacando-se os tratamentos 3 (Abamectina) e 9 (Abamectina+ Tiametoxam+Fludioxonil+Metalaxil-M+Tiabendazol). No entanto, aos 60 dias não observou-se efeito dos tratamentos em manter baixa a população de *M. javanica*.

**Palavras chave:** Eclosão. Mobilidade. Mortalidade. Nematicidas. Nematoide de Galhas

3.2 ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effect of products containing the nematicide abamectin, alone or in combination with fungicides and insecticides on *Meloidogyne javanica* population *in vitro* and on greenhouse. In assays, was tested the combination of the following treatments: Control (inoculated and non- inoculated with nematodes, for the test in greenhouse), Abamectin;

Tiametoxam; Fludioxonil + Metalaxyl-M + Tiabendazole; Abamectin + Tiametoxam; Abamectin + Fludioxonil Metalaxyl-M + Tiabendazole; Tiametoxam Fludioxonil + Metalaxyl-M + Tiabendazole; Abamectin + Tiametoxam + Fludioxonil + Metalaxyl-M + Tiabendazole. Assays were conducted in a completely randomized design with 6 (*in vitro*) and 10 (greenhouse) replicates. *In vitro* studies evaluated the effect of treatments on juveniles of *M. javanica* hatching, mobility and mortality. In the experiment in greenhouse the BRS 133 seeds were previously treated and, at 15, 30 and 60 days after inoculation, phytometric measurements were performed. It was also evaluated the J2 penetration at 15 DAI using method of acid fuchsin, at 30 DAI was obtained the number of galls and egg masses, final population, reproduction factor and the number of nematodes/g of root, and at 60 DAI was obtained, again, the final nematode population. Treatments containing abamectin (2, 6, 7 and 9) were the most effective in reducing the rate of juveniles hatching. All treatments still had no effect on nematode mobilization when compared to control, however only in treatments containing abamectin alone there was no recovery of juvenile mobility upon addition of NaOH. In greenhouse, at 15 days, plants grown from treated seeds showed higher values for fresh weight of roots, fresh weight of shoots and shoot length, differing from the inoculated control. When number of J2/g root was get, all treatments differed from the control with lower values. The evaluations at 30 days after inoculation confirmed the effect of products in decreasing the final nematode population, highlighting the 3 treatments (abamectin) and 9 (Abamectin + Tiametoxam + Fludioxonil Metalaxyl-M + Tiabendazole). However, at 60 days, there was no effect of treatments on maintaining low populations of *M. javanica*.

**Keywords** : Hatching . Mobility. Mortality. Nematicides. Root-knot nematode

### 3.3 INTRODUÇÃO

A soja é a cultura de maior expressão comercial no país. Segundo levantamento da Conab (2013), o ciclo 2013/2014 deverá apresentar incremento em relação à safra anterior, que foi de 81,5 milhões de toneladas, por conta do aumento em 5% da área plantada, ultrapassando os 29 milhões de hectares. As projeções para o país são otimistas, prevendo um acréscimo de 40% na produção até 2020 (CONAB, 2014).

A ocorrência de doenças é um dos fatores limitantes da cultura, e os fitonematoides estão entre seus principais patógenos. No Brasil, os nematoides relatados como os mais prejudiciais à soja são *Heterodera glycines* Ichinohe, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & S. Stekhoven, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, e os nematoides do gênero *Meloidogyne* Goeldi 1887. Entre estes, os nematoides de galhas *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. javanica* (Treub) Chitwood são as espécies mais importantes (DIAS et al., 2010).

Diversas medidas podem ser empregadas no controle de fitonematoides, e a integração dessas medidas considerando boas práticas agronômicas, planejadas e sistematizadas, torna o manejo mais eficiente, o que ajuda a manter as populações abaixo do limiar de dano econômico (TORRES et al., 2009).

O controle químico, que consiste da aplicação no solo de nematicidas, é amplamente utilizado devido, principalmente, aos ganhos em produtividade alcançados (ASMUS, 2005). Todavia, os nematicidas químicos têm seu uso cada vez mais limitado por sua alta toxicidade, risco de contaminação ambiental, alto custo, baixa disponibilidade em países em desenvolvimento ou baixa eficácia de controle após repetidas aplicações (DONG; ZHANG, 2006). No entanto, quando aplicados através do tratamento de sementes, podem se tornar mais uma ferramenta no manejo desses patógenos.

Um dos nematicidas que tem sido utilizado no tratamento de sementes é a Abamectina. Desde 2005, um produto comercial da molécula, combinado a fungicidas e inseticidas, está sendo comercializado sob o nome comercial Avicta® 500FS, visando o controle de nematoides.

A comercialização de produtos à base de Abamectina, como um nematicida padrão, tem sido adiada por causa da translocação foliar limitada, elevada afinidade por partículas do solo, baixa solubilidade em água e vulnerabilidade à degradação microbiana (PUTTER et al., 1981; WISLOCKI et al., 1989). No entanto, quando o produto é aplicado na semente, concentra-se sobre o tegumento e tem se mostrado altamente eficaz sobre a população de nematoides próxima no solo (FASKE; STARR, 2007). A eficiência do produto em diminuir o número de nematoides que penetra nas raízes tem sido comprovada por diversos autores (MONFORT et al., 2006; FASKE; STARR, 2007; BESSI, SUJIMOTO e INOMOTO, 2010).

O tratamento de sementes pode ser uma alternativa muito mais segura sob os aspectos toxicológicos e ambientais, ajudando a diminuir a quantidade total de nematicidas aplicados sobre o solo, proporcionando maior viabilidade técnica e econômica para o produtor. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de produtos químicos usados no tratamento de sementes sozinhos ou combinados, sobre *M. javanica*, *in vitro*, e em casa de vegetação.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Para verificar o efeito de diferentes produtos utilizados no tratamento de sementes de soja (Tabela 1) sobre o nematoide de galhas *Meloidogyne javanica*, foram realizados dois ensaios. Um em condições *in vitro* onde se avaliou a eclosão, mobilidade e mortalidade dos J<sub>2</sub> do nematoide. E o segundo ensaio foi realizado em condições de casa de vegetação, onde as plantas da cultivar de soja BRS 133 (suscetível a *M. javanica*), provenientes de sementes tratadas foram avaliadas aos 15, 30 e 60 dias após a inoculação (DAI).

**Tabela 1** - Descrição dos produtos comerciais para tratamento de sementes utilizados em ensaios *in vitro* e em casa de vegetação para o controle de *Meloidogyne javanica* em soja cv. BRS 133.

Produto Comercial	Ingrediente ativo	Concentração (g.L <sup>-1</sup> )	dose (p.c.100Kg <sup>-1</sup> sementes)
Cruiser <sup>®</sup>	Tiametoxam	350	200mL
Avicta <sup>®</sup>	Abamectina	500	100mL
Maxim Advanced <sup>®</sup>	Fludioxonil+Metalaxil-M+Tiabendazole	25+20+150	100mL
Avicta Completo <sup>®</sup>	Abamectina+Tiametoxam+Fludioxonil+Metalaxil-M+ Tiabendazole	500+350+25+20+150	100 mL

Os ensaios foram realizados em laboratório e casa de vegetação, da área de Fitopatologia, da Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, PR, no período de outubro a dezembro de 2013. Os tratamentos (Tabela 2) foram distribuídos de modo inteiramente casualizado, com seis repetições para os testes *in vitro*, e com dez repetições para ensaio em casa de vegetação.

**Tabela 2** - Descrição dos tratamentos pela combinação de diferentes ingredientes ativos utilizados para o controle do nematoide *Meloidogyne javanica in vitro* e em casa de vegetação.

Identificação		Descrição produtos	Ingrediente ativo	Abreviações dos tratamentos
<i>In Vitro</i>	C V <sup>1</sup>			
	T1	Testemunha não inoculada	---	---
T1	T2	Testemunha inoculada	---	---
T2	T3	Avicta <sup>®</sup>	Abamectina	Aba
T3	T4	Cruiser <sup>®</sup>	Tiametoxam	Tiam
T4	T5	Maxim Advanced <sup>®</sup>	Fludioxonil+Metalaxil-M+Tiabendazol	Flu+Met+Tia
T5	T6	Avicta <sup>®</sup> +Cruiser <sup>®</sup>	Abamectina+Tiametoxam	Aba+Tiam
T6	T7	Avicta <sup>®</sup> + Maxim Advanced <sup>®</sup>	Abamectina + Fludioxonil+Metalaxil-M+Tiabendazol	Aba+Flu+Met+Tia
T7	T8	Cruiser <sup>®</sup> +Maxim Advanced <sup>®</sup>	Tiametoxam+Fludioxonil+Metalaxil-M+ Tiabendazo	Tiam+Flu+Met+Tia
T8	T9	Avicta Completo <sup>®</sup>	Abamectina+Tiametoxam + Fludioxonil + Metalaxil-M + Tiabendazol	Aba+Tiam+Flu+Met+Tia

<sup>1</sup>C V = casa de vegetação

### 3.4.1 Ensaio *In Vitro*

#### 3.4.1.1 Obtenção de ovos e juvenis de *M. javanica* para testes *in vitro*

Os ovos de *M. javanica* foram extraídos de raízes infestadas de tomateiros (*Solanum lycopersicon* L.) cv. “Santa Cruz” cultivados em casa de vegetação. Para tanto as raízes foram lavadas e processadas segundo método modificado por Boneti e Ferraz (1981). A suspensão obtida foi submetida ao método de flotação centrífuga adicionando 3 g de caulim por amostra para eliminar resíduos de raízes (COOLEN e D’HERDE 1972), e a seguir os ovos foram quantificados em microscópio estereoscópico.

Para obtenção dos J<sub>2</sub> foi montada uma câmara de eclosão com parte da suspensão do inóculo obtido anteriormente. Os ovos foram depositados sobre papel filtro, dentro de peneiras preparadas sobre um funil de Baermann (1917) preenchido por água até o nível da malha da peneira. Os juvenis foram recolhidos após 72 horas e quantificados em microscópio com auxílio de câmara de contagem de Peters.

#### 3.4.1.2 Avaliação dos tratamentos sobre eclosão de juvenis de *M. javanica*

Para avaliar a eclosão dos J<sub>2</sub>, os produtos contendo os princípios ativos mencionados foram diluídos em água. Após isso, uma alíquota dessa solução (correspondente a dose e concentração indicadas pelo fabricante dos produtos) e 1,0 ml da suspensão de inóculo, calibrada para conter aproximadamente 200 ovos do nematoide, foi adicionado em cada tubo de ensaio. Para o tratamento controle foi adicionada apenas água. Os tubos foram vedados e incubados em BOD a 26°C por 16 dias. Os números de juvenis eclodidos e de ovos remanescentes foram avaliados em câmara de contagem de Peters, e posteriormente foi calculada a porcentagem de eclosão pela fórmula: Porcentagem de eclosão = [número de juvenis eclodidos/(número de juvenis eclodidos + número de ovos remanescentes)] x 100.

#### 3.4.1.3 Avaliação dos tratamentos sobre a mobilidade e mortalidade de juvenis de *M. javanica*.

Os juvenis de segundo estágio (J<sub>2</sub>) obtidos na câmara de eclosão foram adicionados aos tubos de ensaio, juntamente com a solução contendo os princípios ativos testados no tratamento de sementes, conforme já descrito. Os J<sub>2</sub> foram incubados em BOD a 26°C e, após 24 horas, estes foram, cuidadosamente, lavados e recolhidos sobre peneira de 500 mesh e, então levados ao microscópio e, com auxílio de câmara de Peters, foi avaliada a porcentagem de juvenis móveis e imóveis, para verificar o efeito dos produtos sobre a mobilidade do nematoide. Posteriormente, o volume contido na câmara de contagem foi recolhido com auxílio de uma pipeta, devolvido para o tubo de ensaio, onde foi adicionada uma solução de NaOH, segundo metodologia proposta por Chen e Dickson (2000). Após breve agitação, este conteúdo foi novamente transferido para câmara de contagem, onde obteve-se o número de nematoides móveis ou imóveis. Os juvenis que permaneceram imóveis após a adição de NaOH foram considerados mortos, obtendo-se a taxa de mortalidade de *M. javanica* quando exposto aos tratamentos.

#### 3.4.2 Ensaio em Casa de Vegetação

As sementes da cultivar de soja BRS 133, considerada suscetível a *M. javanica*, foram previamente tratadas. O tratamento químico foi realizado, utilizando um saco plástico, ao qual adicionou-se as respectivas doses e concentrações de cada produto, como descrito anteriormente, suficiente para tratar 0,7 Kg de sementes. Posteriormente, as sementes foram colocadas dentro do saco e agitadas vigorosamente até a completa cobertura com os produtos.

Parte das sementes foram separadas e preparadas para avaliação da porcentagem de germinação pelo teste do papel filtro. O restante foi semeado em vasos plásticos com capacidade para 3L de substrato, composto por areia+solo na proporção 2:1, previamente esterilizado em autoclave, a 120°C por 2 horas. Foram plantadas três sementes, para posterior desbaste, restando uma planta por vaso.

O inóculo do nematoide foi extraído de raízes infestadas de tomateiros (*Solanum lycopersicon* L.) cv. "Santa Cruz", conforme método descrito anteriormente (BONETI e FERRAZ 1981). Os ovos e juvenis de segundo estágio (J<sub>2</sub>), da suspensão de inóculo obtida, foram quantificados sob microscópio óptico com auxílio de câmara de Peters. Cada planta recebeu como inóculo 5 mL da suspensão contendo aproximadamente 1000 ovos e /ou J<sub>2</sub> de *M. javanica*.

As plantas foram avaliadas aos 15, 30 e 60 dias após a inoculação (DAI). Aos 15 dias, foram realizadas avaliações de características agrônômicas como, comprimento de parte aérea, massa fresca de parte aérea e massa fresca de raízes. Além disso, a penetração dos juvenis no sistema radicular foi obtida pela coloração do nematoide pelo método com fucsina ácida (BYRD, 1983).

Após 30 e 60 dias da inoculação, as plantas foram novamente avaliadas, obtendo-se medidas de comprimento de parte aérea, massa fresca de parte aérea e massa fresca de raízes. Aos 30 dias, foram avaliados os parâmetros populacionais de *M. javanica*, representados pelas variáveis: massas de ovos (MO), galhas, população final (PF=ovos+juvenis), fator de reprodução (FR=PF/Pi) e número de nematoides por grama de raiz. Aos 60 dias avaliou-se novamente o número final de nematoides (ovos+juvenis).

### 3.4.3 Análise Estatística

Após análise da normalidade dos dados pelo teste de Shapiro Wilk, e homogeneidade de variâncias, pelo teste f, estes foram transformados quando

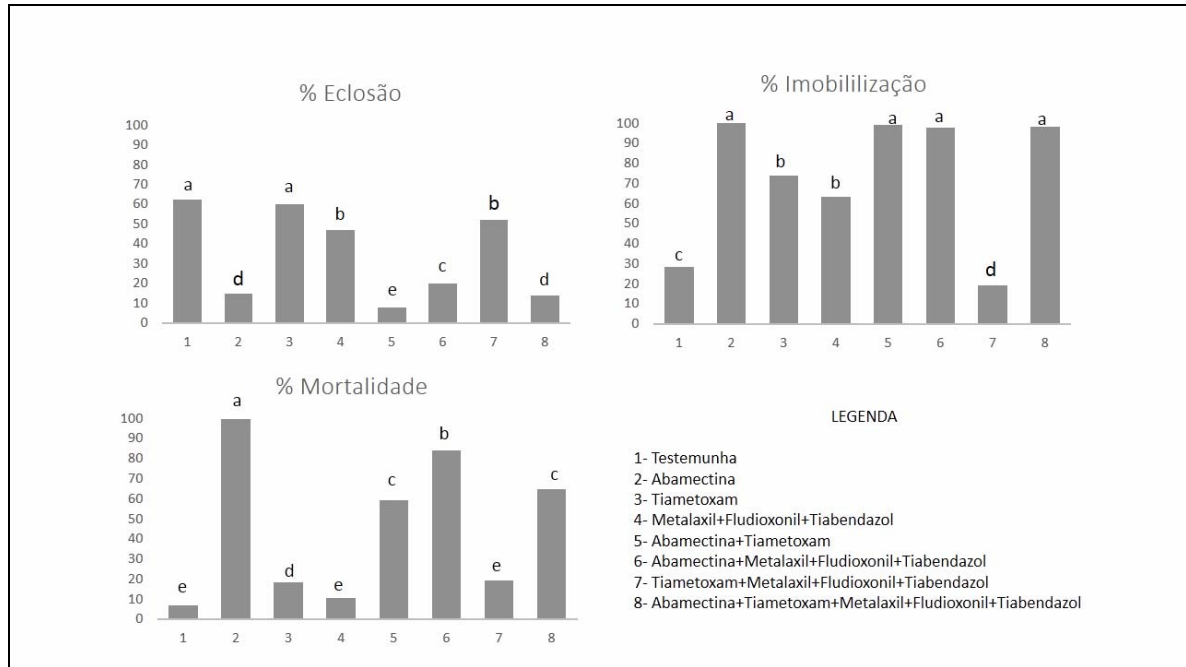
necessários para  $\sqrt{(x+0,5)}$  e submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Scott-Knott a 5% de significância, utilizando-se o software SISVAR.

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.5.1 Ensaio *In Vitro*

De modo geral, no ensaio *in vitro*, todos os tratamentos contendo Abamectina, sozinha ou em combinação com os demais princípios ativos, foram os mais eficientes em reduzir as taxas de eclosão e mobilidade, e ainda os que tiveram maior efeito na mortalidade de juvenis de *M. javanica* (Figura 1).

**Figura 1 -** Porcentagem de eclosão, imobilização e mortalidade de juvenis de segundo estágio ( $J_2$ ) de *Meloidogyne javanica* quando expostos a princípios ativos utilizados no tratamento de sementes de soja cv. BRS 133.



O tratamento 5 (Abam+Tiam) apresentou maior efeito na redução da taxa de eclosão de  $J_2$  de *M. javanica*, com um valor de 7,81%, seguido pelos tratamentos 8 (Abam+Tiam+Flu+Met+Tia), 2 (Aba) e 6 (Aba+Flu+Met+Tia), que apresentaram respectivamente 13,73%, 14,97% e 19,86% de eclosão. Assim, todos diferiram da testemunha onde a taxa de eclosão foi de 62,17%. Os demais tratamentos foram menos eficientes, no entanto, ainda assim diferiram da testemunha apresentando 47,18% (Trat 4 - Flu+Met+Tia), e 52,26% (Trat 7 - Tiam+Flu+Met+Tia) de eclosão de juvenis. Apenas o tratamento 3 (Tiam) foi semelhante a testemunha com 59,9% de eclosão.

Ao observar o efeito dos tratamentos sobre a mobilidade dos juvenis, constatou-se que o tratamento contendo Abamectina (2) apresentou 99,9% de juvenis imóveis. De maneira semelhante ao padrão de resposta quanto a eclosão, todos os demais tratamentos contendo Abamectina foram eficientes em imobilizar os  $J_2$ .

Os tratamentos 3 (Tiam) e 4 (Flu+Met+Tia), também, apresentaram significativo efeito sobre a mobilidade dos nematoides, diferindo da testemunha. No entanto, esse efeito foi observado apenas quando os produtos foram aplicados

isoladamente, pois no tratamento 7, onde estão combinados, houve pouca interferência na mobilidade dos J<sub>2</sub>, semelhante a testemunha que apresentou apenas 28,48% de juvenis imóveis. Isso pode indicar que, em combinação, deve haver alteração na ação dos produtos. Ainda assim, quando a Abamectina é aplicada, seu efeito se sobressai, garantido boa taxa de imobilização, como mostram os tratamentos 5 com 99,3% (Aba+Tiam), 6 com 97,92% (Aba+Flu+Met+Tia) e 8 com 98,31% de (Aba+Tiam+Flu+Met+Tia) de juvenis imóveis.

As avermectinas, como a Abamectina, têm uma ação diferente dos nematicidas organofosforados e organocarbamatos. Elas são antagonistas do ácido-aminobutírico (GABA), interferindo com a transmissão de sinais entre células nervosas, resultando na perda da função celular e perturbações dos impulsos nervosos. Isso provoca a paralisia irreversível do nematoide e, conseqüentemente, a paralização da sua alimentação, levando-o à morte (REDDY, 2013).

Após a adição de NaOH, apenas no tratamento contendo Abamectina isolada (2), não houve recuperação dos nematoides, mantendo a taxa de 99,9% de mortalidade. Nas demais combinações contendo Abamectina (tratamentos 5, 6 e 8), observa-se recuperação na mobilidade dos juvenis, com 59,3%, 83,87% e 64,61%, respectivamente, de mortalidade; ainda assim continuaram inferiores à testemunha, onde apenas 6,67% dos nematoides continuaram imóveis após adição de NaOH. Os tratamentos 3, 4 e 7 também apresentaram poucos juvenis que continuaram imóveis e foram semelhantes à testemunha.

Segundo Wright et al. (1984) o efeito das avermectinas sobre o comportamento de juvenis de *M. incognita* é trifásico. Quando expostos por 10 minutos à Abamectina, perdem o movimento, mas continuam sensíveis ao toque. Após uma exposição de 30 minutos, há uma recuperação parcial desses nematoides e, depois de 120 minutos de exposição, a paralisia é irreversível.

Neste estudo, os resultados estão de acordo com Wright et al. (1984), onde após 24 horas de exposição, não verificou-se a recuperação na mobilidade dos nematoides, no tratamento contendo apenas Abamectina. Conforme observado por Faske e Starr (2007) até mesmo baixas concentrações de Abamectina são suficientes para causar a paralisia irreversível dos nematoides, uma vez que não observaram recuperação da mobilidade em *M. incognita* e *R. reniformis* após uma hora de exposição à Abamectina para suas respectivas DL50.

Quanto aos demais princípios ativos utilizados, sabe-se que o Tiametoxam é um inseticida sistêmico neonicotinóide, classificado como agonista da acetilcolina (nAChR), ou seja, tem efeito análogo a esse neurotransmissor excitatório, competindo com ele pelos seus receptores (GUEDES, 1991). Observa-se, em fases iniciais de exposição ao produto, uma hiperexcitabilidade do sistema nervoso, causando perda da coordenação muscular, convulsões e posteriormente à morte por falha respiratória (no caso de vertebrados). Em insetos, ao contrário de vertebrados, esses inseticidas agem em gânglios do sistema nervoso central pois não há AChR no sistema nervoso periférico de insetos (GUEDES, 1991).

O Tiabendazol por sua vez, usado, originalmente como anti-helmíntico na medicina humana, foi introduzido na agricultura em 1964. Apresenta um amplo espectro de ação antifúngica, semelhante ao do tiofanato-metílico. É um dos poucos produtos permitidos em tratamentos pós-colheita de muitas frutas, e é amplamente utilizado em tratamento de sementes (KIMATI, 2011). O mecanismo de ação do tiabendazol contra nematoides não está totalmente elucidado, entretanto, presume-se que iniba de forma específica a enzima fumarato-redutase do parasita (TIABEN<sup>®</sup>).

Ainda que a ação desses produtos sobre nematoides fitoparasitas não seja bem conhecida, entende-se que podem atuar de forma semelhante sobre eles como agem sobre seus organismos alvos, o que explicaria o seu efeito, ainda que bastante inferior ao da Abamectina, sobre *M. javanica*. Além disso, tem sido relatado em outros estudos a diminuição da população de fitonematoides, em plantas provenientes de sementes tratadas com esses produtos (KUBO; MACHADO e OLIVEIRA, 2012; FAVORETO et al. 2010; RIBEIRO et al. 2012).

### 3.5.2 Ensaio em Casa de Vegetação:

A qualidade de um lote de sementes compreende uma série de características ou de atributos que determinam o seu valor para a semeadura; dentre os mais relevantes, são considerados os de natureza genética, fisiológica e sanitária (MARCOS FILHO et al., 1994). Neste contexto, no presente ensaio, as sementes tratadas com os correspondentes ingredientes ativos apresentaram boa taxa de germinação, variando de 85 à 95%, não sendo observada diferença entre os tratamentos.

Aos 15 DAI, pode-se observar que houve diferença entre os tratamentos para as variáveis massa fresca de raiz (MFR), massa fresca de parte aérea (MFPA), comprimento de parte aérea (CPA) e número de nematoides por grama de raiz (Tabela 3).

**Tabela 3** - Efeito do tratamento de sementes com diferentes princípios ativos sobre a população de *Meloidogyne javanica* e o desenvolvimento de plantas de soja cv. BRS 133, aos 15 dias após a inoculação.

Tratamentos	MFR(g) <sup>*</sup>	MFPA(g)	CPA(cm)	Nem/gRaiz
1-Testemunha não inoculada	3,28 <sup>1</sup> b <sup>2</sup>	5,68 a	23,12 a	-
2-Testemunha inoculada	1,89 C	2,3 c	13,58 c	81,74 a
3- Aba	2,33 C	3,39 b	14,6 b	45,23 b
4-Tiam	2,23 C	3,38 b	15,44 b	60,59 b
5- Flu+Met+Tia	2,37 C	3,79 b	16,04 b	79,18 a
6- Aba+Tiam	4,33 A	6,51 a	22,18 a	42,36 b
7- Aba+Flu+Met+Tia	3,32 B	5,2 a	18,52 a	49,98 b
8- Tiam+Flu+Met+Tia	4,05 A	5,25 a	21,96 a	48,63 b
9-Aba+Tiam+Flu+Met+Tia	4,76 A	6,69 a	25,24 a	36,06 b
CV %	19,43	32,87	17,55	26,97

\*MFR= massa fresca de raiz, MFPA= massa fresca de parte aérea, CPA= comprimento de parte aérea, Nem/gRaiz= número de nematoides por grama de raiz.

<sup>1</sup> Médias originais de 10 repetições transformadas para  $\sqrt{(x+0,5)}$

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05)

Os tratamentos 6(Aba+Tiam), 7(Aba+Flu+Met+Tia), 8 (Tiam+Flu+Met+Tia) e 9(Aba+Tiam+Flu+Met+Tia) permitiram melhor desenvolvimento radicular das plantas provenientes de sementes tratadas com os diferentes princípios, sendo que todos apresentaram maiores valores que a testemunha inoculada. O tratamento 9, contendo todos os princípios, foi o que apresentou maior valor de massa fresca de raiz, sobressaindo-se das testemunhas inoculada e não inoculada, sem tratamento.

Plantas com sistema radicular melhor desenvolvido são mais eficientes na absorção de água e nutrientes. Dessa forma, os tratamentos que apresentaram maiores valores para matéria fresca de raiz foram os mesmos em que foi observado maior altura de plantas e matéria fresca de parte aérea, destacando-se o tratamento 9 (Aba+Tiam+Flu+Met+Tia) (Figura 2).

**Figura 2** - Comparação no desenvolvimento de parte aérea de plantas de soja, cultivar BRS 133, submetidas ao tratamento de sementes, 15 dias após a inoculação com *Meloidogyne javanica*. A) Comparação entre todos os tratamentos do ensaio. T1= testemunha não inoculada e T2= testemunha inoculada. Demais tratamentos conforme descrição na tabela 3. B) Comparação entre T1 e T2. C) Comparação entre T2 e T3. D) Comparação entre T2 e T4. E) Comparação entre T2 e T5. F) Comparação entre T2 e T6. G) Comparação entre T2 e T7. H) Comparação entre T2 e T8. I) Comparação entre T2 e T9



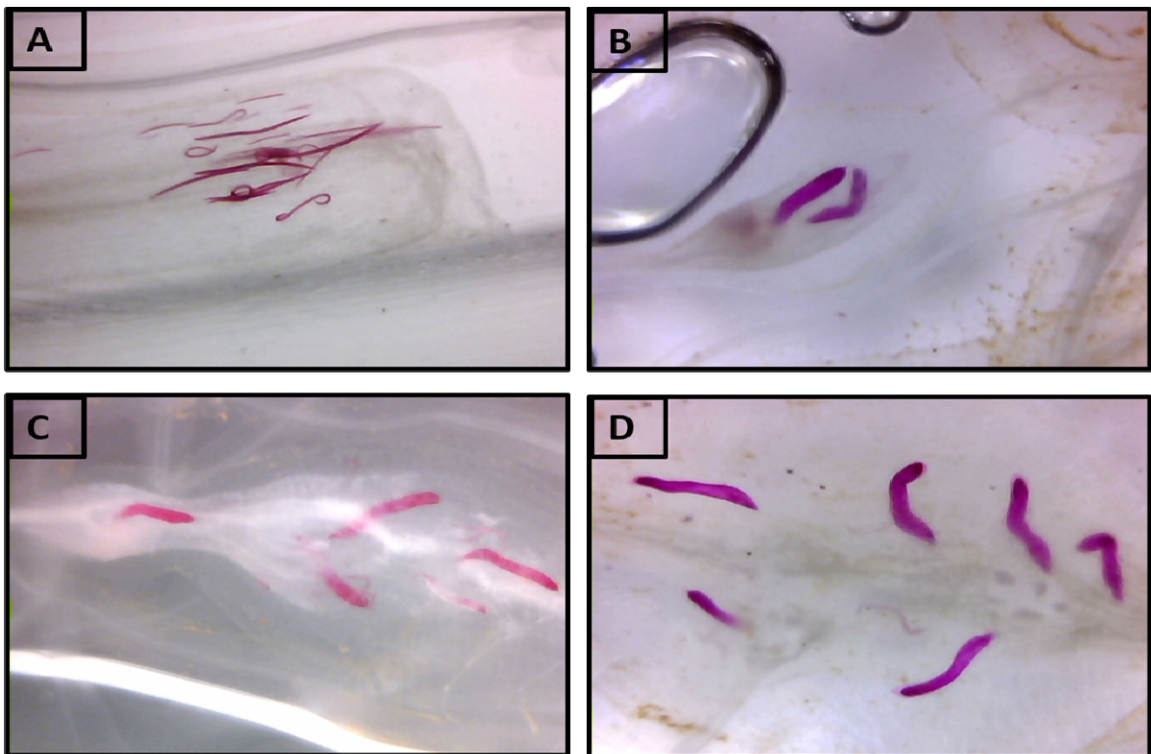
Fonte: Adriely Almeida

Steffen et al. (2011), também, observaram que tratamentos com Abamectina resultaram em plantas de arroz com maior altura, massa seca de parte aérea e comprimento de raízes, aos 60 dias após a emergência. Kubo, Machado e Oliveira (2012), por sua vez, não verificaram diferença entre plantas provenientes de sementes tratadas para as médias de altura de plantas, massa seca de parte aérea e massa seca de raízes, em experimentos com cultivares de algodão. As diferenças entre os estudos, provavelmente, devem-se a variações de resposta aos tratamentos pelas próprias características das plantas, ou por diferente época de avaliação, cultivares e espécie de nematoide testados.

O método de coloração com a fucsina ácida permite a coloração

apenas do nematoide, facilitando a observação deste dentro do tecido radicular; dessa forma, foi possível avaliar a capacidade do nematoide de penetrar nas raízes, ainda sob o efeito do tratamento de sementes, na avaliação realizada aos 15 DAI (Figura 3).

**Figura 3** - Método de coloração com fucsina ácida, destacando os juvenis no interior do tecido radicular. A = Juvenis ainda vermiformes observados no tecido radicular. B C D= Formas salsichoides de *Meloidogyne javanica* com o processo de formação da galha já avançado.



Fonte: Adriely Almeida

Pode-se observar que o tratamento das sementes resultou em plantas com número de nematoides por grama de raiz significativamente inferior em plantas provenientes de sementes tratadas, quando comparadas à testemunha inoculada, destacando-se o tratamento 9, e todos os demais tratamentos contendo Abamectina (Tabela 3).

Após 30 dias da inoculação não foi observada diferença entre os tratamentos para MFR. Quanto a massa fresca de parte aérea, destacaram-se com maiores valores e diferindo da testemunha os tratamentos 3 (Aba) e 4 (Tiam). Para altura de plantas todos os tratamentos foram semelhantes entre si, apresentando valores superiores às testemunhas com e sem inóculo (Tabela 4).

**Tabela 4** - Avaliação do desenvolvimento de plantas de soja cv. BRS 133 provenientes de sementes tratadas com diferentes princípios, aos 30 dias após a inoculação com *Meloidogyne javanica*.

Tratamentos	MFR*	MFPA*	CPA
1-Testemunha não inoculada	22,49 <sup>1</sup> a <sup>2</sup>	40,08 a	56,73 b
2-Testemunha inoculada	19,36 a	38,8 a	61,22 b
3- Aba	23,11 a	42,84 a	68,1 a
4-Tiam	18,12 a	46,14 a	66,01 a
5- Flu+Met+Tia	21,41 a	38,74 a	67,72 a
6- Aba+Tiam	14,31 a	34,94 b	70,1 a
7- Aba+Flu+Met+Tia	17,82 a	32,77 b	66,92 a
8- Tiam+Flu+Met+Tia	18,7 a	29,82 b	65,8 a
9- Aba+Tiam+Flu+Met+Tia	19,09 a	34,72 b	67,31 a
CV %	20,53	14,48	9,95

MFR= massa fresca de raiz, MFPA= massa fresca de parte aérea, CPA= comprimento de parte aérea.

<sup>1</sup>Médias originais de 10 repetições transformadas para  $\sqrt{(x+0,5)}$

<sup>2</sup>Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05)

Os produtos utilizados no tratamento de sementes geralmente são estudados quanto à sua eficiência no controle de pragas e doenças, entretanto podem provocar efeitos fisiológicos pouco conhecidos capazes de influenciar o desenvolvimento das culturas. O Tiametoxam, inseticida sistêmico do grupo neonicotinóide, tem efeito bioativador, atuando na expressão dos genes responsáveis pela síntese e ativação de enzimas metabólicas, relacionadas ao crescimento da planta, alterando a produção de aminoácidos precursores de hormônios vegetais (CASTRO, 2006a). Com a maior produção de hormônios, a planta apresenta maior vigor, germinação e desenvolvimento de raízes (CASTRO, 2006b).

Quanto a multiplicação da população de *M. javanica*, confirmou-se a viabilidade do inóculo pela reprodução nas plantas de tomateiro, onde observou-se população final de 528.720,00 (ovos+juvenis) e fator de reprodução de 105,74. Com relação à eficiência de controle, destacaram-se os tratamentos 3 (Aba) e 9 (Aba+Tiam+Flu+Met+Tia), ambos apresentando os menores valores para as variáveis massas de ovos (MO), número de galhas, População Final (PF), Fator de reprodução (FR) e número de nematoides por grama de raiz (Nem/gRaiz) (Tabela 5).

**Tabela 5** - Parâmetros populacionais de *M. javanica* provenientes de plantas de soja cv. BRS 133 que receberam tratamento de sementes com diferentes princípios ativos, aos 30 dias após inoculação.

Tratamentos	MO*	Galhas	PF*	FR*	Nem/gRaiz*
1-Testemunha não inoculada	-	-	-	-	-
2-Testemunha inoculada	180,2 <sup>1</sup> a <sup>2</sup>	239,1 a	18187,7 a	3,6 a	1126,5 a
3- Aba	98,0 b	130,6 b	6678,5 b	1,3 b	341,1 b
4-Tiam	141,6 a	222,3 a	13621,0 b	2,7 b	801,2 b
5- Flu+Met+Tia	168,2 a	243,9 a	28862,0 a	5,8 a	1455,9 a
6- Aba+Tiam	106,3 b	318,2 a	11418,1 b	2,3 b	835,5 b
7- Aba+Flu+Met+Tia	109,6 b	153,6 b	13177,1 b	2,6 b	1089,4 b
8- Tiam+Flu+Met+Tia	164,8 a	239,1 a	25119,5 a	5,0 a	1475,1 a
9- Aba+Tiam+Flu+Met+Tia	84,0 b	106,7 b	10039,7 b	2,0 b	648,3 b
CV %	30,99	47,4	31,9	31,9	38,37

\*MO= massas de ovos PF= população final FR= fator de reprodução Nem/gRaiz= Número de nematoides por grama de raiz.

<sup>1</sup>Médias originais de 10 repetições transformadas para  $\sqrt{(x+0,5)}$

<sup>2</sup>Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05).

Plantas de soja (cv. BRS 133), provenientes de sementes tratadas, resultaram em menor população final e número de nematoides por grama de raiz na avaliação aos 30 DAI. Todos os tratamentos contendo Abamectina (3, 6, 7 e 9) e o tratamento 4 (Tiam) diferiram da testemunha reduzindo a população de *M. javanica* nas raízes.

Semelhante ao observado no ensaio *in vitro*, quando os tratamentos 4 (Tiam) e 5 (Flu+Met+Tia) são avaliados separadamente, observa-se redução na população do nematoide, entretanto, o mesmo não ocorre quando os produtos foram combinados, como aconteceu no tratamento 8. Isso mostra que os resultados foram consistentes entre si, com respostas semelhantes para os mesmos tratamentos, nos ensaios *in vitro* e em casa de vegetação, e ainda entre as datas de avaliação.

Após 60 dias da inoculação, os tratamentos contendo Abamectina não diferiram da testemunha inoculada, e os demais tratamentos foram superiores à ela, indicando que ocorreu reinfecção após o efeito residual dos produtos (Tabela 6)

**Tabela 6** - Efeito do tratamento de sementes de soja cv. BRS 133 sobre o desenvolvimento vegetativo das plantas e população final de *Meloidogyne javanica*, após 60 dias da inoculação.

Tratamentos	MFR(g) *	MFPA(g) *	CPA(cm) *	PF
1-Testemunha não inoculada	58,0 <sup>1</sup> b <sup>2</sup>	60,1 a	76,3 a	
2-Testemunha inoculada	72,2 a	55,6 a	73,3 a	209.160,00 c
3- Aba	50,2 b	56,3 a	73,8 a	198.407,00 c
4-Tiam	90,7 a	56,0 a	82,7 a	333.200,00 b
5- Flu+Met+Tia	75,8 a	52,8 a	81,2 a	386.390,00 b
6- Aba+Tiam	61,8 b	63,9 a	79,9 a	264.480,00 c
7- Aba+Flu+Met+Tia	56,0 b	61,1 a	78,3 a	278.820,00 c
8- Tiam+Flu+Met+Tia	55,6 b	57,8 a	78,1 a	456.400,00 a
9-Aba+Tiam+Flu+Met+Tia	50,2 b	64,0 a	69,6 a	293.447,00 c
CV %	34,9	14,15	8,58	32,19

\*MFR= massa Fresca de raiz MFPA= massa fresca de parte aérea CPA= comprimento de parte aérea PF= população final

<sup>1</sup>Médias originais de 10 repetições transformadas para  $\sqrt{(x+0,5)}$

<sup>2</sup>Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05).

O controle da população de nematoides na fase inicial da cultura é fundamental para garantir um patamar de produtividade elevado, como já verificado por diversos autores, utilizando nematicidas químicos no sulco de plantio (OLIVEIRA., 1999; GALBIERI et al., 2007). Bessi, Sujimoto e Inomoto (2010), também, relataram supressão da infecção de raízes de algodão por *M. incognita* pelo tratamento com Abamectina, e observaram inicialmente, através da penetração de J<sub>2</sub> nas raízes, menor colonização e reprodução de *M. incognita* no algodoeiro, provavelmente pela inibição inicial desses nematoides. Entretanto, segundo os mesmos autores, plantas com o sistema radicular melhor desenvolvido se tornam uma fonte de nutrição mais eficiente para os nematoides, que podem reinfestar posteriormente ao efeito dos produtos usados no tratamento de sementes. Isso poderia resultar ao final do ciclo da planta em população mais elevada do nematoide nessas plantas.

No entanto, de acordo com Juliatti (2010), o mercado de fungicidas para tratamento de sementes mais que duplicou nos últimos 10 anos. Em 2009, as vendas foram de US\$ 71 milhões (3,9% do mercado de fungicidas); 63% para soja, seguido por milho (16%), trigo (10%), feijão (2%), arroz (2%) e algodão (1%) e de acordo com Menten e Moraes (2010), o tratamento de sementes deve ser aprimorado cada vez mais para todas as culturas, principalmente, pelo desenvolvimento do tratamento industrial de sementes.

Dessa forma, os resultados obtidos confirmam a importância da

utilização do tratamento de sementes, como medida complementar no manejo de fitonematoides, uma vez que esta pode contribuir para manter baixas as populações de nematoides nas áreas de cultivo, aliada ao uso de cultivares resistentes e a rotação de culturas.

Além disso, esse método deve ser pensado como uma forma de complementar a proteção oferecida pelo tratamento químico, diminuindo a quantidade total de produto que entra em contato com o solo (BESSI; SUJIMOTO; INOMOTO, 2010) e fornecendo proteção na fase inicial da cultura. Cabrera et al. (2009) sugerem que o uso de insumos químicos nas culturas do algodão, milho e beterraba açucareira pode ser reduzido com o uso de Abamectina como um tratamento de sementes, pois as concentrações efetivas desse produto foram bastante inferiores ao indicado para os nematicidas químicos mais comuns.

Por fim, ainda que os produtos para tratamento de sementes já disponíveis não sejam os mais eficientes, ou não ofereçam sozinhos toda proteção necessária, contra os fitonematoides, corroborando com Menten e Moraes (2010), devido à crescente preocupação com a sanidade dos materiais vegetais de propagação e os benefícios do ponto de vista econômico, além da maior viabilidade de aplicação, o tratamento de sementes deve ser cada vez mais usado e aprimorado para todas as culturas.

### 3.6 CONCLUSÕES

Os produtos utilizados no tratamento de sementes tiveram efeito sobre a eclosão, mobilidade e mortalidade de *M. javanica*. Os tratamentos 2 (Aba) e 9 (Aba+Tiam+Flu+Met+Tia) foram os que mais reduziram a taxa de eclosão de *M. javanica*, além de apresentarem maior porcentagem de juvenis mortos e/ou imóveis no ensaio *in vitro*.

O tratamento de sementes permitiu melhor desenvolvimento inicial das plantas. Aos 15 e 30 DAI, os tratamentos 3 (Aba) e 9 (Aba+Tiam+Flu+Met+Tia), foram os mais eficientes em diminuir a população do nematoide nas raízes. No entanto, após 60 dias da inoculação não observou-se eficiência dos tratamentos para manter baixas as populações de *M. javanica*.

Quando os produtos são aplicados isolados, a Abamectina foi o tratamento mais eficiente no controle de *M. javanica*.

Quando aplicados em combinação, o tratamento 9 (Aba+Tiam+Flu+Met+Tia), contendo todos os princípios testados, se sobressaiu aos demais. Além disso, a combinação de Abamectina com Tiametoxam foi mais eficiente que Abamectina com Fludioxonil+Metalaxil-M+Tiabendazol e de Tiametoxam com Fludioxonil+Metalaxil-M+Tiabendazol.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversas medidas podem ser empregadas no manejo de fitonematoides, dentre elas o uso de cultivares resistentes, aliado a rotação de culturas, são de fundamental importância. No entanto, até mesmo para essas medidas ideais são encontradas limitações de uso.

Sabe-se, por exemplo, da dificuldade de obtenção de cultivares resistentes para muitas espécies. Além disso, quando há disponibilidade dessas cultivares, o plantio sucessivo em uma mesma área pode levar facilmente à quebra de resistência por parte do patógeno. Soma-se a isso, o fato de haver grande variabilidade genética entre populações de uma mesma espécie com a ocorrência de diferentes raças, limitando as cultivares que poderiam ser plantadas em determinada área de cultivo.

A rotação de culturas, por sua vez, é uma importante medida para manutenção do equilíbrio no patossistema agrícola, não somente para fitonematoides mas pragas e patógenos em geral. No entanto, até mesmo a rotação de culturas encontra limitações. Em muitas regiões não há disponibilidade de culturas que possam substituir as principais, ou não são economicamente rentáveis, encontrando assim, resistência por parte do produtor em adotar a medida. Além disso, em muitas áreas, pode ocorrer a presença de populações mistas, de diferentes espécies, mas que podem parasitar os mesmos hospedeiros, o que dificulta e limita ainda mais as possibilidades de plantas para a rotação.

Assim, todas as medidas que possam auxiliar nesse manejo devem ser incentivadas. Como exemplo, pode-se citar o tratamento de sementes. Tal medida, pode tornar-se importante auxiliando na diminuição da população inicial do nematoide e assim no estabelecimento da cultura no campo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.A.; R.A.S. KIIHL; R.V. ABDELNOOR. Melhoramento da soja. In: **Simpósio sobre Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas**. A.F.B. Abreu, F.M.A. Gonçalves, O.G. Marques Jr. e P.H.E. Ribeiro (Eds.). Lavras, MG, UFLA-GEN, 1997. p. 09-55
- ASMUS, G.L. Evolução da ocorrência de *Rotylenchulus reniformis* em Mato Grosso do Sul, durante o quinquênio 2001/2005. Resumos, 27<sup>a</sup>. **Reunião de Pesquisa de Soja da região Central do Brasil**. Cornélio Procópio PR. p. 221-222, 2005.
- ASMUS, G.L.; RODRIGUES, E.; ISENBERG, K. Danos em soja e algodão associados ao nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) em Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, n. 27, p.267. 2003.
- BAERMANN, G. Eine einfache Methode Zur Auffindung von Ankvlostomum (Nematoden) Larven in Erdproben. Tijdschr. **Ned.-Indie**. n. 57, p. 131-137, 1917.
- BAIRD, R. E.; RICH, J. R.; HERZOG, G. A.; UTLEY, S. I.; BROWUN, S.; MARTIN, L. G.; MULLINIX, B. G. Management of *Meloidogyne incognita* in cotton with nematicides. **Nematologia Mediterrânea**. Bari. n. 28, p. 255-259, 2000.
- BESSI, R.; SUJIMOTO, F. R.; INOMOTO, M. M. Seed treatment affects *Meloidogyne incognita* penetration, colonization and reproduction on cotton. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, p.1428-1430, 2010.
- BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao Agronegócio Soja**. Piracicaba: ESALQ, 2011. 28p. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv584/584%20Soja%2001%20%20Apostila%20Texto%20%20Agronegocio%20Soja%202011.pdf>> Acesso em: 20 maio 2012.
- BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey e Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua*, em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília. v. 6, n. 3, p. 553, 1981.
- BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In: FREITAS, M. C. M. **A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. Enciclopédia biosfera Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.12, p. 1-12, 2011.
- BOERMA, H.R; HUSSEY, R. S. Breeding plants for resistance to nematodes. **Journal of Nematology**, Lakeland, n.24, p.242-252, 1952.
- BOOCK, O.J.; 0 'Dowfume W-10' no combate aos nematoides que parasitam as plantas de soja. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.24, p.297-304, 1951.

BYRD, D. W. Jr.; KIRKPATRICK, T.; BARKER, K. R. An Improved technique for clearing and staining plant tissues for detection of nematodes. **Journal of Nematology**. Lakeland. v. 15, n. 1, p.142-143, 1983.

CABRERA, J. A.; KIEWNCK, S.; GRIMM, C.; DABABAT, A. A.; SIKORA, R. A.; Efficacy of abamectin seed treatment on *Pratylenchus zeae*, *Meloidogyne incognita* and *Heterodera schachtii*. **Journal of Plant Disease Protection**. Stuttgart. n.116, p,124–128, 2009.

CARNEIRO, R. M. D.G.; RANDING, O.; FREITAS, L. G.; DICKSON, D. W. Attachment of endospores of *Pasteuria penetrans* to males and juveniles of *Meloidogyne* spp. **Nematology**. Netherlands. n. 30, p.267-271, 1999.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; REETZ, E. R.; BELING, R. R.; POLL, H. Anuário Brasileiro da Soja 2013. Santa Cruz do Sul: Ed. **Gazeta Santa Cruz**. Santa Cruz do Sul. 2013, 144p

CARVALHO, J.C. A soja e seus inimigos do solo. Revista do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v. 14, p.45-52, 1954.

CASTRO, P.R.C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, 2006a. 46p. (Série Produtor Rural, 32).

CASTRO, P.R.C. Bioativador estimula produção de hormônios responsáveis pelo crescimento da soja. **Agência USP de notícias**. São Paulo, 29 agosto 2006. Disponível em: <<http://www.usp.br/agen/repgs/2006/pags/169.htm>>. Acesso em: 15 outubro 2013. 2006b.

CHEN, S. Y.; DICKSON, D. W. A technique for determining live second-stage juveniles of *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**. Lakeland. v. 32, n. 1, p. 117-121, 2000.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho 2012. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_06\\_12\\_16\\_15\\_32\\_boletim\\_portugues\\_junho\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_12_16_15_32_boletim_portugues_junho_2012.pdf)>. Acesso em 15 junho 2012.

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J.; A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. State Agricultural Research Centre – GHENT, Belgium. 77p.

COSTA, D. C.; FERRAZ, S. Avaliação do efeito antagônico de algumas espécies de plantas, principalmente de inverno, a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.14, n.1, p.61-70, 1990.

COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, São Paulo. v.23, p. 4, 2000.

DHINGRA, O. D. Importância e perspectivas do tratamento de sementes no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina. v. 7, n. 1, p. 133-138, 1985.

DIAS, V. P.; GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. E.S. **Nematoides em soja: Identificação e Controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2010, 8p (Circular Técnica 76). Disponível em: < [http://www.cnpso.embrapa.br/download/CT76\\_eletronica.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/CT76_eletronica.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2012.

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

DONG, L. Q.; ZHANG, K. Q. Microbial control of plant-parasitic nematodes: a five-party interaction. **Plant Soil**, v. 288, n. 1, p. 31-45, 2006.

EMBRAPA 2004. **Tecnologias de produção de soja– região central do Brasil - 2004**.

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

FASKE, T.R.; STARR, J.L. Cotton root protection from plant parasitic nematodes by abamectin-treated seed. **Journal of Nematology**, Lakeland. v.39, n.1, p.27-30, 2007.

FAVORETTO, L.; SANTOS, J. M.; CALZAVARA, S. A.; BARBOSA, J. C.; LARA, L. A. Estudo do processo de infecção de sementes de *Brachiaria brizantha* por espécies de *Aphelenchoides* e de tratamentos para o controle desses nematoides. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 34, n. 1, p. 10-17, 2010.

FERRAZ, L. C. B. As Meloidoginoses da Soja: Passado, Presente e Futuro. In: SILVA, J. F. V (organizador). **Relações Parasito-Hospedeiro nas Meloidoginoses da Soja**. Londrina: Embrapa Soja: Sociedade Brasileira de Nematologia. 2001. p. 15-38.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematóides. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres.Piracicaba. v. 1, cap. 13, p. 277-305, 2011.

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. A. L.; FERRAZ, S. **Introdução à Nematologia**. Viçosa: UFV, 2004. 84p.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia biosfera** Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.12, p. 1-12, 2011.

GALBIERI, R.; MACHADO, A.C.Z.; CIA, E.; LÜDES, R.R.; CARVALHO, L.H.; MOTTA, L.C.C. Comparação entre nematicida e cultivares no controle de nematoides em algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília. v.32, p.128-129, 2007.

GARCIA, A., J.F.V. SILVA, G. LONIEN & J.E. PEREIRA. Avaliação de perdas causadas pelo nematoide de cisto através da comparação de rendimentos entre cultivares resistentes e suscetíveis. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA**, XXV, Piracicaba (SP), Resumos, p.109, 2005.

GHEYSEN, G.; FENOLL, C. Gene expression in nematode feeding sites. **Annual Review of Phytopathology**, v. 40, p. 191-219, 2002.

GUEDES, R.N.C.; VILELA, E.F. Produtos que agem na fisiologia dos insetos. In E.F. Vilela et al. (eds.) **Novos Produtos para o Manejo Integrado de Pragas**, Brasília, ABEAS. (Módulo 4.7), 1991. p. 59-70.

HALBRENDT, J.M.; J.A. LAMONDIA. Crop rotations and other cultural practices. In: CHEN, Z., S. CHEN & D.W. DICKINSON (ed). *Nematology – Advances and Perspectives*. Volume II: Nematode Management and Utilization. Tsinghua University Press & CABI Publishing, Beijing & Wallingford, p. 909-930, 2004.

HENING, A. A. Manejo de doenças da soja (*Glycine max* L. Merrill). Informativo Abrates, v. 19, n. 3, p. 9-12, 2009. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/portal/images/stories/informativos/v19n3/artigo02.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2012.

JENKINS, W. R. A. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.

JULIATTI, F. C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo Abrates**. Londrina. v. 20, n. 3, p. 54-55, 2010.

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.

LAUXEN, L. R.; VILELA, F. A.; SOARES, R. C.; Desempenho fisiológico de sementes de algodoeiro tratadas com tiametoxam. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina. v. 32, n. 3, p. 61-68, 2010.

LIMA, R.D., S. FERRAZ, S. & J.M. SANTOS. Ocorrência de *Heterodera* sp. em soja, no Triângulo Mineiro. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba. v.16, p.101-102, 1992.

LORDELLO, A.I.L., R.R.A. LORDELLO & J.A.QUAGGIO. *Heterodera* sp. reduz a produção de soja no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba. v.16, p. 101, 1992.

KASS, I.S.; STRETTON, A.O.W.; WANG, C. C. The effects of avermectin and drugs related to acetylcholine and 4-aminobutyric acid on neurotransmission in *Ascaris suum*. **Molecular Biochemical Parasitology**. v.13, p. 213– 225, 1984.

KIMATI, H. Controle químico. In: AMORIM, L.; REZENDES, J. A. M.; GERGAMIM FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. 4 ed. Piracicaba: Agrônoma Ceres, 2011. p. 343-365.

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.

MACHADO, C. J.; WAQUIL, J. M.; SANTOS, J. P.; REICHENBACH, J. W. Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG. v. 27, n. 232, p.76-87, 2006.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1994. 230p.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo Abrates**. Londrina. v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.

MONFORT, W.S.; KIRKPATRICK, T. L.; LONG, D. L.; RIDEOUT, S. Efficacy of a novel nematicidal seed against *Meloidogyne incognita* on cotton. **Journal of Nematology**, Lakeland. v.38, n.2, p.245-249, 2006.

MONTEIRO, A.R. & S.R.A.C. MORAIS. Ocorrência do nematoide de cistos da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952, prejudicando a cultura no Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, n.16, p.101-102, 1992.

NORDMEYER, D. DICKSON, D. W. Management of *Meloidogyne javanica*, *M. arenaria*, and *M. incognita* on Flue-Cured Tobacco with Organophosphate, Carbamate, and Avermectin Nematicides. **Plant Disease**. v. 69, n. 1, p. 67-69, 1985.

NOVARETTI, W. R. T.; MIRANDA, M. A. C.; ALCÂNTARA, V. S. B. Tratamento químico visando o controle de nematoides em soja. **Sociedade Brasileira de Nematologia**. Piracicaba. n. 5, p. 247-255, 1981.

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

OLIVEIRA, C.M.G.; KUBO, R.K.; SILOTO, R.C.; RAGA, A. Eficiência de carbofuran e terbufós sobre nematoides e pragas iniciais na cultura algodoeira. **Revista de Agricultura**, Piracicaba. v.74, n.3, p.325-344, 1999.

OSTLIND, D. A.; CIFELLI, S.; LANG, R. Insecticidal activity of the anti-parasitic avermectins. **Veterinary Record**. London. v. 105, n. 8, p. 105-168, 1979.

PUTTER, I., J.G. MACONNEL, F.A. PREISER, A.A. HAIDRI, S.S. RISTICH, R.A. DYBAS. Avermectins: novel insecticides, acaricides and nematicides from a soil microorganism. **Experientia**. Basel. n. 37, p. 963-964, 1981.

REDDY, P. P. **Recent Advances in Crop Protection**. India. Ed. Springer India Heidelberg Dordrecht London, 2013.

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**. Florida. v. 42, n. 1, p. 84-90, 2012.

ROBINSON, A.F.; INSERRA, R. N.; CASWELL-CHEN E. P.; VOVLAS, N.; TROCCOLI, A. *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. **Nematropica**. Florida. n. 27, p. 127-180, 1997.

SANTOS, M.A.; RUANO, O.; Reação de plantas usadas como adubos verdes a *Meloidogyne incognita* a raça 3 e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba. n.11, p. 184-197, 1987.

SILVA, G. S. Métodos alternativos de controle de fitonematoides. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 19, p. 81-151, 2011.

SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, J. R.; DUTRA, M. R.; CAMPOS, V. P. Aumento da resistência de cultivares de tomate a *Meloidogyne incognita* com aplicações de acilbenzolar-S-metil. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 28, n. 2, p. 199-206, 2004.

SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.S.; GOMES, A.C.; BORGES, D.C.; SOUZA, A.A.; ASMUS, G.L.; INOMOTO, M.M. Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no Estado do Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.29, n.3, p.337, 2004.

SILVA NETO, S. P. da. Importância do melhoramento de soja na produção sustentável do algodão no Oeste da Bahia. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/329/>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; STFFEN, G. P. K.; JACQUES, R. J. S.; ECHKARDT, D. P. Efeito da Abamectina e carbofuran no controle de danos causados por *Meloidogyne graminicola* em plantas de arroz irrigado. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.18, n. 2, p.56-69, 2011.

STRETTON, A. O.; CAMPBELL, W. C.; BABU, J. R. Biological activity and mode of action of avermectins. In: **Veech JA, Dickson DW (eds), Vistas on Nematology: a Commemoration of the Twenty-fifth Anniversary of the Society of Nematologist** Hyattsville. MA, Society of Nematologist, Inc., pp. 136–146. 1987.

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

TIABEN<sup>®</sup>: tiabendazol. Claudio Roberto Mataruco. São Bernardo do Campo. UCI-FARMA, 2009. Bula de Remédio.

TORRES, R. G.; RIBEIRO, N. R.; BOER, C. A.; FERNANDES, O.; FIGUEIREDO, A. G.; FERREIRA NETO, A.; CORBO, E. **Manejo integrado de nematóides em sistema de plantio direto no cerrado**. 200?. Disponível em: <[http://www.monsoy.com.br/pdf/MANEJO%20DE%20NEMATOIDES%20EM%20SPD%20NO%20CERRADO\\_CT\\_21\\_11\\_2009.pdf](http://www.monsoy.com.br/pdf/MANEJO%20DE%20NEMATOIDES%20EM%20SPD%20NO%20CERRADO_CT_21_11_2009.pdf)>. Acesso 07 jun 2013.

TURNER, M.J.; SCHAEFFER, J.M. Mode of action of ivermectin. In: Campbell WC (ed), Ivermectin and Abamectin. New York, NY, Springer Verlag, pp. 73–88.

VAN DER EYCKEN, W.; ALMEIDA ENGLER, J.; INZÉ, D.; VAN MONTAGU, M.; GHEYSEN, G. A. A molecular study of root-knot nematode-induced feeding sites. **Plant Journal**, v. 9, n. 1, p. 45-54, 1996.

VENCATO, A. Z., KIST, B. B.; SANTOS, C. CARVALHO, C.; SILVEIRA, D. REETZ, E. R.; BELING, R. R.; CORRÊA, S. Anuário Brasileiro da Soja 2010. Santa Cruz do Sul: Ed. **Gazeta Santa Cruz**, Santa Cruz do Sul. 2010, 144p.

VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: UFV, 2005.

ZAMBIASI, T. C.; BELOT, J. L.; FUHRMANN, E.; FLORIANI, G. K.; GHISLENI, I.; BAGGIO, J.; SOUZA, V. de. Identificação de nematóides fitoparasitas predominantes no estado do Mato Grosso, na cultura do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007.

WILKINS, C.A.; CONROY, J.; HO, P.; O'SHANNY, W.; MALATESTA, P.. EGERTON, J. In preparation: **Paper to the 9th Meeting of the German Society for Parasitology**, p. 26-29, 1980.

WISLOCKI, P.G. FROSSO, L. S.; DYBAS, R. A. Environmental aspects of abamectin use in crop protection. In: CAMPBELL, W.C. **Ivermectin and abamectin**. New York: Springer-Verlag, Cap.13, p.182-200, 1989.

WRIGHT, D.J., LOY, A.; GREEN, A.; DYBAS, R. A. The translaminar activity of abamectin (MK-936) against mites and aphids. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent*. n. 50, p. 595–601, 1985.