

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CAMPUS PROF<sup>a</sup> CINOBELINA ELVAS  
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
MESTRADO EM FITOTECNIA

**TOXICIDADE DE MANIPUEIRA SOBRE NEMATOIDES DAS GALHAS NA  
SOJA**

**WÉVERSON LIMA FONSECA**

BOM JESUS-PI  
2016

**TOXICIDADE DE MANIPUEIRA SOBRE NEMATOIDES DAS GALHAS NA  
SOJA**

**WÉVERSON LIMA FONSECA**  
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. FERNANDES ANTONIO DE ALMEIDA  
Co-Orientador: Prof. Dr. Francisco Fernandes Pereira

Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Piauí - UFPI, para a Obtenção do Título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração (Fitotecnia).

BOM JESUS – PI  
2016

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial de Bom Jesus  
Serviço de Processamento Técnico

F676t Fonseca, Wéverson Lima Fonseca.  
Toxicidade de manipueira sobre nematoides das galhas na soja.  
/ Wéverson Lima Fonseca. – 2016.  
55f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,  
Campus Professora Cinobelina Elvas, Programa de Pósgraduação  
em Agronomia-Fitotecnia, Bom Jesus-PI, 2016.

Orientação: “Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida”

1. *Glycine max.* 2. *Meloidogyne javanica.* 3. *M. incognita.* 4.  
Manejo Alternativo. I. Título.

CDD. 631.86

**TOXICIDADE DE MANIPUEIRA SOBRE NEMATOIDES DAS GALHAS NA  
SOJA**

POR

WÉVERSON LIMA FONSECA

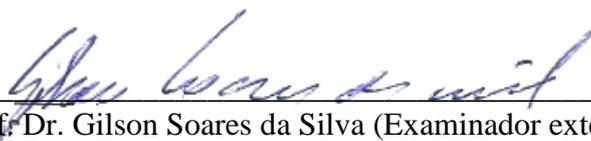
Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de  
MESTRE EM AGRONOMIA - Área de Concentração (Fitotecnia)

Aprovada em: 25 / 02 / 2016



---

Prof. Dr. Fernandes António de Almeida (Orientador)  
UFPI - CPCE



---

Prof. Dr. Gilson Soares da Silva (Examinador externo)  
UEMA



---

Prof. Dr. Francisco Fernandes Pereira (Co-Orientador)  
UFPI - CPCE

*Aos que me incentivaram e apoiaram para que este sonho fosse concretizado, em especial aos meus pais, Éverton e Rosália, aos meus irmãos, Wéverton e Rosane, a minha avó, Gilda, ao meu orientador Fernandes Antonio de Almeida e aos amigos e familiares, a todos pela força, pelo carinho e pelo amor.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTO**

A Deus, pelo bem mais valioso que me concedeu que é a vida, e por estar sempre ao meu lado me guiando e me iluminando para que meus sonhos se tornem realidade.

Aos meus pais, Éverton e Rosália; pelo amor, pelos ensinamentos e apoio proporcionados desde criança e pelo exemplo de vida.

Aos meus irmãos, Wéverton e Rosane, pelo apoio, carinho e incentivo para que eu pudesse continuar em frente.

Ao meu orientador, Fernandes Antonio de Almeida, pela oportunidade, orientação, paciência, profissionalismo, amizade e dedicação durante todas as fases da confecção dessa dissertação e ainda por ser um dos maiores responsáveis pelo meu amadurecimento.

Aos colegas e amigos do laboratório de fitopatologia, Augusto de Oliveira, Maria Lucia, Jeissica, Lizandro, pela amizade, disponibilidade e incansável ajuda durante toda a condução deste trabalho.

A Universidade Federal do Piauí-UFPI. Ao Campus Professora Cinobelina Elvas. A CAPES pela concessão no apoio financeiro ao longo do curso.

A todos os professores que fazem parte do Programa de Pós-graduação em Agronomia-Fitotecnia do Campus Cinobelina Elvas, em especial aqueles que contribuíram diretamente para minha qualificação profissional e formação humana.

Aos colegas e amigos do mestrado, em especial ao Tiago de Oliveira, Adaniel, Maria Lucia pelo companheirismo, pela amizade e apoio em todos os momentos.

E a todos que direta ou indiretamente colaboraram.

**MEU MUITO OBRIGADO!**

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**WÉVERSON LIMA FONSECA** nasceu no dia 15 de fevereiro de 1991 na cidade Redenção do Gurguéia, Piauí, filho de Éverton da Fonseca e Sousa Neto e Rosália Lima Fonseca. Na mesma cidade, estudou ensino fundamental na Escola Joanita Piauilino e ensino médio na Escola Centro de ensino Médio José Soares. Em Agosto de 2010, iniciou o curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Piauí – Campus Professora Cinobelina Elvas (UFPI/CPCE), na cidade de Bom Jesus, no estado do Piauí. Ao decorrer do curso de graduação, participou de projetos de extensão ministrando a disciplina de matemática no cursinho pré-vestibular solidário da mesma instituição; foi monitor das disciplinas Álgebra Linear e Geometria Analítica, Estatística Experimental Agrícola e Entomologia Agrícola; foi bolsista de iniciação científica onde desenvolveu pesquisas na área de Fisiologia Vegetal, Manejo de Plantas Daninhas e por ultimo em Fitopatologia, área pela qual desenvolveu pesquisas com ênfase ao controle alternativo de fitonematoides, obtendo título de Engenheiro Agrônomo no ano letivo 2014.2. No mês de março de 2015, iniciou o Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Fitotecnia na mesma instituição UFPI/CPCE, desenvolvendo suas pesquisas na área de proteção de plantas, com ênfase em fitonematologia, obtendo o título de Mestre em Agronomia-Fitotecnia em fevereiro de 2016.

## SUMÁRIO

|  |            |
|--|------------|
| <b>RESUMO.....</b>   | <b>i</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>ii</b>  |
| <b>LISTA DE TABELAS.....</b>   | <b>iii</b> |
| <b>LISTA DE FIGURAS.....</b>   | <b>iv</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>1</b>   |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>  | <b>3</b>   |
| 2.1. A cultura da soja no Brasil .....   | 3          |
| 2.2. Desafios fitossanitários na soja.....   | 4          |
| 2.3. Nematoides de galhas x soja.....  | 7          |
| 2.4. Manejo dos nematoides das galhas.....   | 9          |
| 2.4.1. Métodos alternativos x nematoides .....                                       | 12         |
| 2.4.2. Manejo de nematoide com manipueira.....                                       | 13         |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>   | <b>15</b>  |
| 3.1. Localização e caracterização da área experimental dos ensaios.....              | 15         |
| 3.2. Tratamento do solo empregado no experimento .....                               | 15         |
| 3.3. Obtenção e multiplicação do inoculo .....                                       | 15         |
| 3.4. Obtenção da manipueira .....  | 16         |
| 3.5. Instalação e condução dos experimentos.....                                     | 16         |
| 3.6. Parâmetros avaliados .....  | 17         |
| 3.7. Análise estatística .....   | 18         |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>   | <b>19</b>  |
| 4.1. Experimento 1: Toxicidade de manipueira sobre <i>M. incognita</i> na soja ..... | 19         |
| 4.2. Experimento 2: Toxicidade de manipueira sobre <i>M. javanica</i> na soja.....   | 25         |
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b>  | <b>33</b>  |
| <b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>34</b>  |

## RESUMO

### TOXICIDADE DE MANIPUEIRA SOBRE NEMATOIDES DAS GALHAS NA SOJA<sup>1</sup>

Fonseca, Wéverson Lima, Universidade Federal do Piauí, fevereiro de 2016. **Toxicidade de manipueira sobre nematoides das galhas na soja.** Orientador: Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida.

Na busca de alternativas para o controle de fitonematoides, tem sido estudado o efeito nematicida de metabólitos secundários ou resíduos vegetais. Dentre eles, a manipueira, resíduo líquida da industrialização da mandioca, apresenta alta toxicidade a grande diversidade microbiana. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o potencial da manipueira aplicada no solo no controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* na cultura da soja. Os experimentos foram conduzidos em condições de casa de vegetação e Laboratório de Fitopatologia, no Campus Professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, no período de março a agosto de 2015. Os tratamentos consistiram da aplicação de manipueira nas concentrações/doses (10, 20,30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100%), aplicadas de forma total e parcial, mais uma testemunha (água), com cinco repetições. Aos sessenta dias após a aplicação dos tratamentos foram avaliadas as características agrônômicas: comprimento radicular (CR), volume de raiz (VR) e massa fresca do sistema radicular (MFSR) de plantas de soja além, das características do parasitismo: número de galhas (NG), número de massa de ovos (NMO), número de juvenis na raiz (NJR), número de ovos na raiz (NOR), número de juvenis no solo (NJS), número de ovos no solo (NOS) e fator de reprodução (FR) de *M. incognita* e *M. javanica*. No experimento com soja previamente inoculada com *M. incognita*, as plantas que receberam aplicação total de manipueira, apresentaram ganho no CR de 100,41% em relação à testemunha, enquanto que, as variáveis VR e MFSR apresentaram ganhos de 81,52% e 28,11%, respectivamente, com aplicação parcial. Quanto ao parasitismo, a forma de aplicação total foi mais eficiente na redução do NJS e NJR, onde as doses letais (DL<sub>50</sub>) de 1,65% e 4,37% de manipueira já foram eficientes na mortalidade de 50% dos nematoides. As variáveis NG, NMO, NOR, NOS e FR reduziram em 50% após aplicação de manipueira, respectivamente, nas doses de 24,94%, 33,07%, 63,68%, 3,15% e 5,22%. No experimento com soja previamente inoculada com *M. javanica*, as plantas apresentaram maior crescimento e desenvolvimento do sistema radicular com aplicação total, com incrementos de 127,73%, 82,24% e 62,38%, respectivamente, nas variáveis CR, VR e MFSR. Para o parasitismo, houve mortalidade de 50% dos nematoides no solo e na raiz, nas doses letais de 37,90% e 29,67%, respectivamente. Os menores valores de NG e NMO foram obtidos com aplicação parcial, com redução de 50% nas doses 13,20% e 5,75%, respectivamente. As variáveis NOR, NOS e FR foram reduzidas à metade nas respectivas doses de 9,17%, 11,03% e 33,93% de manipueira. Assim, a manipueira além de ser eficiente no controle de *M. incognita* e *M. javanica*, influência de forma positiva no desenvolvimento das plantas de soja, podendo ser recomendada como nematicida e também como adubo orgânico.

**Palavras Chave:** *Glycine max*, *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, manejo alternativo.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Agronomia-Fitotecnia, FAPAPI, Universidade Federal do Piauí. Bom Jesus-PI, Brasil, (55 p.) - 2016.

## ABSTRACT

### CASSAVA TOXICITY (*Manihot esculenta* CRANTZ) ON NEMATODE GALLS ON SOYBEANS

Fonseca, Weverson Lima, Federal University of Piauí, February 2016. **Cassava toxicity (*Manihot esculenta* Crantz) on nematode galls on soybeans.** Advisor: Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida.

In search of alternatives for the control of plant nematodes, it has been studied the nematicide effect of secondary metabolites or plant waste. Among them, cassava, liquid waste industrialization of cassava, has high toxicity to large microbial diversity. In this sense, it aimed to evaluate the potential of cassava applied to the soil in the control of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* in soybean. The experiments were conducted under conditions of greenhouse and Phytopathology Laboratory at Campus Professor Cinobelina Elvas Federal University of Piauí, in the period from march to august 2015. The treatments consisted of cassava in the concentration / dose levels (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100%), applied in full and in part, and a control (water), with five repetitions. Sixty days after the treatments were evaluated agronomic traits: root length (CR), root volume (RV) and fresh weight of the root system (MFSR) of soybean addition, the riding characteristics: number of galls ( NG), mass number of eggs (NMO), the number of juveniles at the root (NJR), number of eggs at the root (NOR), the number of juveniles in soil (NJS), number of eggs in the soil (NOS) and factor playback (FR) of *M. incognita* and *M. javanica*. In the experiment with previously inoculated soybean *M. incognita*, plants that received full implementation of cassava showed gain in CR 100.41% compared to the control, while the VR and MFSR variables showed 81.52% gains and 28.11%, respectively, with partial application. As for the parasite, as full application was more effective in reducing NJS and NJR, where lethal doses (LD50) of 1.65% and 4.37% cassava have been effective in 50% mortality of nematodes. NG variables, NMO, NOR, US and FR reduced by 50% after application of cassava, respectively, at rates of 24.94%, 33.07%, 63.68%, 3.15% and 5.22%. In the experiment with previously inoculated soybean *M. javanica*, the plants showed increased growth and development of the root system with full application, with increases of 127.73%, 82.24% and 62.38%, respectively, in CR variables VR and MFSR. To parasitism, mortality was 50% of the nematodes in soil and root in lethal doses of 37.90% and 29.67%, respectively. The lowest values of NG and NMO were obtained with partial application with 50% reduction in doses 13.20% and 5.75%, respectively. The NOR variables, IN and RF were reduced by half in the respective doses of 9.17%, 11.03% and 33.93% of cassava. Thus, cassava besides being effective in controlling *M. incognita* and *M. javanica*, influence positively the development of soybean plants and can be recommended as nematicide and as organic fertilizer.

**Key-words:** *Glycine max*, *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, alternative management.

**LISTA DE TABELAS****PÁGINA**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1.</b> Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as características agronômicas das plantas de soja previamente inoculadas com <i>M. incognita</i> , em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira..... | 19 |
| <b>Tabela 2.</b> Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as características do parasitismo de <i>M. incognita</i> em plantas de soja, em função das formas de aplicação (FA) e concentrações de manipueira (CM).....              | 21 |
| <b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as características agronômicas das plantas de soja previamente inoculadas com <i>M. javanica</i> , em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira.....  | 26 |
| <b>Tabela 4.</b> Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as características do parasitismo de <i>M. javanica</i> em plantas de soja, em função das formas de aplicação (FA) e concentrações de manipueira (CM).....               | 28 |

## LISTA DE FIGURAS

## PÁGINA

- Figura 1.** Comprimento radicular (A), volume de raiz (B) e massa fresca do sistema radicular (C) de plantas de soja em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira no manejo de *M. incognita*. \*\* significativo a 1% de significância.....20
- Figura 2.** Número de juvenis no solo (A), número de juvenis na raiz (B), número de galhas (C), número de massa de ovos (D), número de ovos no solo (E) e número de ovos na raiz (F) de *M. incognita* em plantas de soja, em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira. \*\* significativo a 1%.....22
- Figura 3.** Fator de reprodução de *M. incognita* em plantas de soja, em função das concentrações de manipueira. \*\* significativo a 1%.....25
- Figura 4.** Comprimento radicular (A), volume de raiz (B) e massa fresca do sistema radicular (C) de plantas de soja em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira no manejo de *M. javanica*. \*\* significativo a 1% de significância.....27
- Figura 5.** Número de juvenis no solo (A), número de juvenis na raiz (B), número de galhas (C), número de massa de ovos (D), número de ovos no solo (E) e número de ovos na raiz (F) de *M. javanica* em plantas de soja, em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira. \*\* significativo a 1%.....29
- Figura 6.** Fator de reprodução de *M. javanica* em plantas de soja, em função das concentrações de manipueira. \*\* significativo a 1%.....32

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L.) se destaca como uma das mais expressivas da economia mundial, em vigoroso processo de expansão e com excepcionais resultados técnicos e econômicos. No Brasil, o seu cultivo corresponde a mais de 58% da área cultivada com grãos e, produtividade média de 3011 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2015).

No entanto, fatores bióticos são apontados como justificativa para queda de produtividade da soja, onde se destacam os danos fitossanitários causados por fungos, bactérias, vírus (EMBRAPA, 2008; SANTOS et al., 2011; SANTOS, 2011) e, principalmente, nematoides que, dependendo da região, limitam e oneram a sua produção (ARAUJO et al., 2012). Os nematoides do gênero *Meloidogyne* estão entre os mais importantes, por sua agressividade, distribuição geográfica e danos às plantas e, quando favorecidos pelas condições edafoclimáticas, podem ocasionar decréscimo de produtividade em soja da ordem de 30% para algumas regiões (ARAUJO et al., 2012).

As meloidoginoses induzem a formação de sítios de alimentação (células nutridoras), ocorrendo modificações celulares nos elementos vasculares e perdas das raízes, o que resulta em redução do tamanho e na eficiência do sistema radicular (ZAMBIASI, 2010). Estas modificações ainda podem ocasionar sintomas reflexos, como deficiência mineral, decréscimo na área foliar e até mesmo, murchamento temporário das plantas durante o período mais quente do dia (BRUINSMA, 2013).

Os fitonematoides são de difícil erradicação, principalmente no cultivo de culturas extensivas como soja, algodão, milho, café, etc., pois possuem mecanismos de sobrevivência, alta variabilidade genética em algumas espécies e distribuição cosmopolita (OLIVEIRA et al., 2005; BRUINSMA, 2013). Além disso, apresentam a capacidade de parasitar diversas plantas de expressão agrônômica ou até mesmo, espécies não cultivadas, o que assegura a viabilidade do inoculo por mais tempo na área. Mediante tais características, as medidas de manejo como a rotação de culturas, genótipos resistentes, controle químico e biológico devem ser planejados e sistematizados de modo a integrar vários métodos e, apresentar baixo custo (SANTOS, 2012).

Diante de tamanha relevância, busca-se constantemente alternativas que possam inviabilizar a atividade parasitária dos fitonematoides, visto que o controle

químico se destaca por trazer resultados rápidos e eficientes (OLIVEIRA et al., 2005), no entanto, o uso contínuo do mesmo princípio ativo, vem provocando inúmeros efeitos negativos, como alta toxicidade, risco de contaminação ambiental, custo elevado, seleção de raças resistentes, o que limita sua recomendação, aliado ao apelo social (DONG e HANG, 2006).

Na tentativa de reduzir esses efeitos e manter a biodiversidade nos diferentes agroecossistemas, a busca por novas alternativas de controle de fitonematoides constitui-se numa preocupação mundial (FERRAZ e FREITAS, 2004). Neste sentido, o uso da manipueira, resíduo líquido obtido da prensagem de raízes de mandioca para a produção de fécula e farinha, e como composição, participam os glicosídeos cianogênicos, principalmente linamarina, que quando hidrolisada, libera o gás cianeto, que é tóxico às mais variadas formas de vida, incluindo os nematóides (NASU et al., 2010a).

Testes positivos com aplicação de manipueira têm sido realizados com sucesso no Brasil visando o controle de diferentes fitonematoides como *H. glycines* em soja (COMERLATO, 2009), *Meloidogyne* spp. em tomateiro (NASU et al., 2010a), *M. incognita* em cenoura (BALDIN et al., 2012), *M. incognita* em mudas de mamoeiro (DAMASCENO et al., 2008), *M. paranaensis* em cafeeiro (ESTEVEZ, 2008) e *Scutellonema bradys* em inhame (ALMEIDA et al., 2007). Entretanto, ainda não se observa pesquisas com a aplicação deste resíduo na supressão de nematoides das galhas para a cultura da soja.

Nesse sentido, objetivou-se com este estudo avaliar o potencial da manipueira aplicada ao solo para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* na cultura da soja, sob condições de casa de vegetação.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. A cultura da soja no Brasil

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta herbácea, pertencente à classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae* e gênero *Glycine* (SEDIYAMA, 2009). É uma planta anual com caule ereto, com diversidade de ciclos classificados em diferentes grupos de maturação, com folhas simples e/ou composta de coloração verde pálida ou verde escura e flores de cores branca ou roxa (SEDIYAMA, 2009; NUNES, 2013).

A cultura da soja é originária do continente asiático, da região correspondente à China Antiga (CÂMARA, 2011). Sua implantação no Brasil deu-se por meio dos imigrantes japoneses, tendo o primeiro relato sobre seu surgimento através de seu cultivo em 1882 no estado da Bahia (BLACK, 2000). Em seguida, levada para São Paulo e, somente em 1914, foi introduzida no Rio Grande do Sul. De acordo com as condições edafoclimáticas favoráveis, este foi o estado onde melhor se adaptaram as variedades trazidas dos Estados Unidos, principalmente em relação ao fotoperíodo (BONETTI, 1981).

Na década de 1980, o cultivo dessa leguminosa chegou à região do Cerrado, graças ao desenvolvimento de cultivares adaptadas para esse bioma (FREITAS, 2011), fato esse que levou a produção de soja no Brasil a ter grande aumento, sendo explicado não somente pelo aumento de área semeada, mas também, pela aplicação de técnicas de manejo avançadas que permitiram o incremento na produtividade (FREITAS, 2011).

É uma das principais atividades agrícolas no Brasil, com grande expressão na economia mundial e com isso, gerando novas possibilidades de negócios (SOUSA et al., 2010). Com 20% de óleo e 40% de proteínas (LOPES et al., 2002; SEDIYAMA, 2009), a soja é considerada uma leguminosa de grande valor comercial (COBER et al., 2009). Assim, a mesma pode ser empregada em diversos segmentos, variando desde alimentos como óleos comestíveis e outros produtos alimentícios, até ao uso como biodiesel (SOYATECH, 2012).

No Brasil, o seu cultivo se estende nas mais diversas regiões, indo da região Sul, Nordeste, até a região Norte (NETO et al., 2005). De acordo com dados da Conab

(2015), a produtividade da soja na safra 2014/15 foi de 3011 kg ha<sup>-1</sup> o que correspondeu ao aumento de 5,5% em relação à safra anterior. A região Centro-Oeste é a maior produtora de soja do Brasil com 44.063,0 mil t na safra 2014/15, onde o estado do Mato Grosso representa mais de 63,85% da produção de soja nessa região (CONAB, 2015). Para a região Nordeste, a produção alcançou valores expressivos de 8.067,2 mil t na mesma safra com incremento de 21,8% em relação à safra anterior, tendo como maior produtor o estado da Bahia. O Cerrado piauiense, graças às condições edafoclimáticas favoráveis, apresenta grande potencial agrícola que possibilita a obtenção de produtividades elevadas e economicamente viáveis para a cultura da soja (PACHECO et al., 2013). O Piauí produziu na safra 2014/15 equivalente a 1.833,8 mil t, o que representou um aumento de produção de 23,1% comparado a safra anterior (CONAB, 2015).

O maior produtor mundial de soja atualmente são os Estados Unidos, seguido do Brasil. Assim, o cenário otimista prevê que o Brasil tem condições de ampliar ainda mais sua produção, projetando um salto produtivo na cultura de mais de 40% até 2020, enquanto que nos Estados Unidos, o crescimento no mesmo período deverá ser no máximo de 15% (FREITAS, 2011). Com essa expectativa, o Brasil atingirá a produção de mais de 105 milhões de toneladas, quando será isoladamente o maior produtor mundial dessa *commodity* (VENCATO et al., 2010).

Nessa perspectiva, a adoção de técnicas cada vez mais produtivas tornam-se preponderantes, no qual o manejo fitossanitário da soja destaca-se entre os principais fatores a ser considerados.

## **2.2. Desafios fitossanitários na soja**

A expansão da soja no país, assim como toda cultura exótica iniciou com excelente sanidade. Porém, depois de décadas de cultivo, o surgimento das doenças passou a representar um dos principais fatores limitantes ao aumento e a estabilidade do rendimento da cultura (FERRAZ, 2001). Além das doenças oriundas com as primeiras sementes, com o tempo e com a expansão da cultura, diversos agentes patogênicos (fungos, bactérias, vírus, etc) nativos foram se associando à cultura (BRUINSMA, 2013).

O emprego das monoculturas além de contribuir com avanços tecnológicos e demais benefícios, traz também, problemas fitossanitários, como o aumento da infestação por nematoides e outras pragas (EMBRAPA, 2010). Não somente monocultura, mas outros fatores como estresse hídrico, compactação do solo, baixa fertilidade e cultivares suscetíveis contribuem de forma significativa para ocorrência de doenças (COSTAMILAN, 2000).

As doenças na cultura da soja representam perdas anuais no Brasil estimadas em, aproximadamente, 15 a 20% da produção, ao passo que, algumas podem ocasionar perdas de até 100% (EMBRAPA, 2010). Atualmente, há relatos de que são encontrados 125 organismos patogênicos associando-se à cultura da soja no mundo, no qual 40 são considerados capazes de provocar danos econômicos à cultura. Entretanto, no Brasil, foram encontrados cerca de 25 patógenos de importância econômica para o país, entre os quais destacam-se os fungos, bactérias, vírus e nematoides, nos quais podem ocorrer em diversos níveis, oscilando de safra a safra (SANTOS et al., 2011).

Entre as doenças mais comuns na cultura, se destacam as de origem fúngica responsáveis pelos maiores prejuízos. No Brasil, a doença que mais tem chamado à atenção é a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyhazi*), a qual pode causar prejuízos da ordem de 10 a 90% e estima-se que já provocou perdas de US\$ 13,4 bilhões ao país (EMBRAPA, 2008). Outras doenças fúngicas de importância econômica como a antracnose (*Colletotrichum truncatum*), a podridão branca da haste (*Sclerotinia sclerotiorum*), o cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis*), a podridão vermelha da raiz (*Fusarium* ssp.), a mancha foliar de alternária (*Alternaria* sp.), entre outras, estão presentes em todas as áreas produtivas. Outros agentes patogênicos como as bactérias e vírus também tem influenciado negativamente a produção dessa cultura. Entre as doenças bacterianas destacam-se crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*), pústula bacteriana (*Xantomonas axonopodis* pv. *glycines*) e fogo selvagem (*Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*) (EMBRAPA, 2008). Para as doenças virais, as mais importantes são mosaico comum da soja – VMCS (Soybean mosaic vírus), mosaico cálico – AMV (Alfalfa mosaic vírus), queima do broto – TSV (Tobacco streak vírus) (SANTOS, 2011). No entanto, sem grandes riscos que venham inviabilizar a exploração, tendo em vista, o emprego de cultivares com diferentes níveis de resistência.

Entre os principais agentes patogênicos que podem inviabilizar a produção, destacam-se os nematoides, que tendem a ser cada vez mais importantes à medida que se faz o plantio intensivo na mesma área (EMBRAPA, 2010). Os fitonematoídes tem se destacado entre os patógenos de maior ocorrência há muitos anos, despertando o interesse dos produtores em todas as regiões, por elevar os custos de produção e limitar o alto rendimento causando perdas consideráveis em diversas culturas de expressão agrônômica como café (SANTOS, 2001), algodoeiro (ABRAÃO e MAZZAFERA, 2001), milho e principalmente em áreas de exploração com a cultura da soja (DIAS et al., 2010). Além disso, os prejuízos causados podem inviabilizar a utilização de áreas cultivadas tornando, assim, antieconômica a exploração de certas culturas (OLIVEIRA et al., 2005).

Já foram catalogadas mais de 100 espécies de fitonematoídes, envolvendo cerca de 50 gêneros, associadas a cultivos de soja no mundo (EMBRAPA, 2010). Todavia, no Brasil, os fitonematoídes com maior potencial de dano para a cultura no país, são o nematoíde de cisto (*Heterodera glycines* Ichinohe), o nematoíde reniforme (*Rotylenchulus reniformis* Lindolf e Oliveira), o nematoíde das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus* Filipjev) e os nematoídes das galhas (*Meloidogyne* spp. Goeldi), devido aos danos causados, com reflexos na produção e as dificuldades de controle (CHAVES et al., 2004; DIAS et al., 2010).

O nematoíde de cisto (NCS), *H. glycines* é um dos principais agentes que limitam a produção de soja no mundo. Sua presença em áreas de produção foi detectada pela primeira vez no Brasil, na safra 1991/92 (DIAS et al., 2009). A partir de então, o NCS dispersou rapidamente para os principais estados produtores, devido a facilidade de se disseminar em partículas de solo aderidos à máquinas e implementos, cistos misturados a sementes, bem como, por pássaros, vento, homem e outros meios (SILVA et al., 2006). A facilidade de disseminação dessa espécie associado à suscetibilidade dos cultivares atualmente plantados às 16 raças existentes, torna-o uma das principais pragas da cultura com prejuízos significativos à produção (BARBOSA et al., 2014).

O nematoíde reniforme (*R. reniformis*) é um importante fitoparasito de diversas plantas cultivadas, sendo encontrado, principalmente, em regiões tropicais e subtropicais e tem sido relatado em mais de 38 países (HEALD e THAMES, 1982). Especificamente na cultura da soja, foram relatadas perdas de até 32% e sua ocorrência

frequente tem se constituído motivo de preocupação (CARDOSO et al., 2010). Os sintomas em plantas de soja caracterizam-se por grande desuniformidade no porte, podendo facilmente ser confundido com problemas nutricionais ou de compactação do solo. As associações da ocorrência desse nematoide com áreas de solo com boa fertilidade e textura argilosa podem contribuir para que os mesmos sejam menosprezados, devido a ausência de sintomas aparentes nas raízes da soja (ASMUS, 2005).

Para os nematoides das lesões radiculares (*P. brachyurus*), parasitas também biotróficos, tem como característica a habilidade de movimentar-se ativamente no solo até atingirem o sistema radicular da planta hospedeira, penetrando e migrando pelo córtex, podendo retornar ao solo (AGRIOS, 2005). Dentre as espécies de maior importância econômica para a soja, *P. brachyurus* apresenta-se em destaque, pela alta severidade e fácil disseminação, o que torna o seu controle mais difícil (MOURA et al., 2000). Estes danificam o sistema radicular das plantas, chegando a comprometer a absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, o seu desenvolvimento (FONSECA, 2012).

### **2.3. Nematoides de galhas x soja**

No Brasil a associação entre nematoides do gênero *Meloidogyne* e soja é relevante, por tratar-se de uma espécie com alta variabilidade fisiológica para algumas espécies, elevada capacidade de disseminação nas diversas regiões produtoras e ampla gama de hospedeiros, incluindo a maioria das plantas exploradas economicamente (COSTA et al., 2013), promovendo assim, grandes prejuízos às culturas no país pela ausência de manejo adequado (MANZOTTE et al., 2002; FREITAS et al., 2009).

Nematoides do gênero *Meloidogyne*, são classificados como biotróficos obrigatórios e endoparasitas sedentários, onde os nematoides de segundo estágio (juvenis infectantes) ao penetrar no sistema radicular incitam células nutridoras nas raízes, e para se alimentar nessas células, formam um “tubo de alimentação” (BRUINSMA, 2013). Dessa íntima forma de associação que ocorre entre planta hospedeira e o parasita, resultam fêmeas, que perdem a mobilidade e produzem número

elevado de ovos, permanecendo parte na fêmea e o restante no solo, que ao eclodirem buscam novas fontes de alimentos (TRUDGILL, 1991).

Dentre os nematoides das galhas que parasitam a soja no Brasil, as espécies *M. javanica* e *M. incognita* destacam-se por serem encontradas na maioria das áreas cultivadas no país, causando elevados prejuízos à produção (YORINORI, 2000). Cunha e Carneiro et al. (2003), ao realizarem levantamento de populações de nematoides, constataram a presença de *Meloidogyne* spp. em nove estados brasileiros e no Distrito Federal, observaram a presença de 64,1% destas áreas com a espécie de *M. javanica* e 23,1% para *M. incognita*. Alguns anos antes, Campos (2000), já destacava que 97% dos hospedeiros parasitados pelo gênero *Meloidogyne*, eram das espécies *M. incognita* e *M. javanica*, parasitando plantas de grande importância agrônômica como, espécies florestais, frutíferas, culturas anuais e hortaliças em geral.

O ciclo biológico desse gênero completa-se entre 22 a 30 dias, onde a duração desse, é influenciada por fatores como a temperatura do solo, hospedeiro, manejo agrícola (FERRAZ, 2001). Para as espécies *M. incognita* e *M. javanica*, a faixa ideal de temperatura se apresenta em torno de 25 a 30 °C (MORALES, 2007), o que favorece maior atividade parasitária. No entanto, sob condições de temperatura acima de 40 °C ou abaixo de 5 °C, qualquer espécie de nematoide fitoparásita, reduz suas atividades metabólicas, ou até mesmo pode cessá-las por completo (FERRAZ, 2001).

Ao completar o ciclo, cada fêmea é capaz de produzir cerca de 400 a 500 ovos, gerando assim um aumento da população em curtos períodos de tempo (FERRAZ e MONTEIRO, 2011). Os ovos dos nematoides ficam aglomerados numa massa gelatinosa junto ao corpo das fêmeas, que além da proteção relativa que oferece frente a inimigos naturais, tal material atua como sinalizador de eventuais condições externas desfavoráveis (MORALES, 2007). Assim, quando ocorrem condições desfavoráveis de umidade no solo, a massa gelatinosa que protege os ovos fica fortemente desidratada, onde observa-se interrupção ou suspensão temporária do desenvolvimento do embrião no interior dos ovos (FERRAZ, 2001).

O processo infeccioso na cultura da soja, com as espécies *M. incognita* ou *M. javanica*, é caracterizado pela formação de galhas na raiz através de hiperplasia e hipertrofia de células, e podem ocorrer tanto nas raízes secundárias, como na principal (BRUINSMA, 2013). Deve-se destacar que o ataque dessas espécies na raiz principal

não é comum, porém é bastante freqüente na cultura da soja e, em razão disso, sistema radicular da planta pode ficar bastante atrofiado quando há infecções mais severas (FERRAZ, 2001).

A formação de galhas no sistema radicular pode ocasionar sintomas reflexos na planta como redução do sistema radicular prejudicando a absorção de água e nutrientes, murchas durante os períodos de maior incidência de raios solares, sintomas de deficiência mineral, clorose, desfolha prematura e menor desenvolvimento da parte aérea (NUNES et al., 2010). Esses sintomas nas plantas em áreas de cultivo, refletem em menor potencial produtivo, comprometendo ou até mesmo inviabilizando o cultivo em áreas com infestações mais severas (TIHOHOD, 2000).

Prejuízos ocasionados por nematoides do gênero *Meloidogyne* na soja tem sido observado nas principais regiões de cultivo dessa cultura no mundo. Contudo, é difícil de quantificar as perdas causadas, uma vez que a queda no rendimento das lavouras pode variar de valores pouco significativos até perdas totais, dependendo dos níveis de infestação do nematoide (DIAS et al., 2005). Em pesquisas realizadas, há relatos de que esses nematoides quando associados a cultivos de soja, provocam danos econômicos da ordem de U\$ 2,7 bilhões de dólares à agricultura mundial (TIHOHOD, 2000). Esses prejuízos ainda podem ser intensificados, quando tais organismos interagem com outros patógenos de solo como fungos e bactérias, facilitando-lhes a sua entrada no sistema radicular parasitado (MORALES, 2007).

#### **2.4. Manejo dos nematoides das galhas**

Em razão das características inerentes aos nematoides, tais como ampla gama de hospedeiros, sobrevivência no solo e raízes e distribuição nas mais diferentes condições edafo-climáticas, o seu controle torna-se difícil e oneroso (FERRAZ et al., 2010). Com isso, o uso de práticas preventivas como medidas quarentenárias que dificultem o estabelecimento do nematoide na área, se torna relevante, uma vez que, esta é a principal medida de controle do patógeno (VAZ et al., 2011). Já que, com o surgimento do patógeno na área de produção, a erradicação torna-se praticamente impossível, o que reforça que as medidas de controle adotadas posteriormente, visarão

somente à redução na população dos nematoides no solo (FERRAZ et al., 2001). Portanto, o produtor terá que conviver com o patógeno dessa natureza para sempre.

Na tentativa de reduzir as populações dos fitonematoides, formas de manejo devem ser planejadas com a integração de vários métodos, resultando em maiores produções e renda para o agricultor (SANTOS, 2012). Para isso, recomenda-se com frequência, o uso de genótipos resistentes, a rotação de culturas, o controle químico e biológico, bem como o uso de substâncias naturais (ALMEIDA et al., 2005). Esses métodos de controle são adotados principalmente, por reduzir a população dos nematoides e manter a biodiversidade nos diferentes agroecossistemas, com exceção dos defensivos químicos (RITZINGER e FANCELLI, 2006).

A utilização de substâncias químicas no manejo de fitonematoides, ainda permanece como o principal método, por meio de aplicação dos nematicidas via solo ou pulverizações, especialmente por este apresentar resultados imediatos (OLIVEIRA et al., 2005), resultando em incremento de produtividade (INOMOTO e ASMUS, 2006). No entanto, seu poder de ação é limitado, por não garantir erradicação dos nematoides da área, apenas reduzir de forma parcial sua atividade parasitária, enquanto persistir o princípio ativo do produto no local de contato, o que impõe a necessidade de dependência e utilização do produto de forma sistemática (FERRAZ, 2006). Dessa forma, o uso indiscriminado e contínuo de nematicidas, causam sérios problemas ao meio ambiente por conta da alta toxicidade e destruição da microflora do solo (VILAS-BOAS et al., 2002), o que favorece, a seleção de raças cada vez mais resistentes aos nematicidas (STOLF, 2006). Com isso, cabe ressaltar a importância pela busca aos chamados métodos alternativos, com o intuito de alternância das formas de manejo tradicionais.

O controle de nematoides baseado na resistência genética de plantas é um dos métodos mais eficientes e econômicos de evitar as perdas ocasionadas pelos nematoides (DIAS et al., 2010). Assim, a busca por cultivares resistente associada a outros métodos torna-se uma medida de controle tecnicamente desejável (SANTOS et al., 2011). Porém, o melhoramento genético vegetal visando incorporar resistência ao gênero *Meloidogyne* é considerado difícil e demorado, ainda mais pela capacidade da espécie ser polífaga e apresentar variabilidade fisiológica (BRUINSMA, 2013).

É possível empregar também, uma das mais antigas formas de manejo, a rotação de culturas que objetiva a quebra do ciclo do patógeno, diminuindo a sua população na área (NUNES et al., 2010). Mesmo assim, é necessário ressaltar que o grande desafio é a identificação correta das espécies agrícolas que não sejam hospedeiras a *Meloidogyne* ssp., tendo em vista, se tratar de uma espécie altamente adaptada às mais distintas culturas como: soja, feijão, milho, cana-de-açúcar, algodão, incluindo grande número de plantas daninhas, que podem permanecer presentes no campo durante a entressafra, dificultando assim, a eficiência dos programas de rotação com culturas não hospedeiras (DIAS et al., 2012).

No que se refere ao controle biológico, métodos que vem despertando o interesse em algumas regiões do país, tem-se apresentado como alternativa viável ao manejo dos fitonematoides, por minimizar o dano ambiental e ser mais vantajoso economicamente, comparado ao método convencional (defensivo) (COIMBRA e CAMPOS, 2005). O componente biológico do ecossistema do solo é particularmente importante em limitar ou estabilizar as populações dos nematoides, mediante mecanismos de competição, parasitismo e produção de compostos tóxicos (LOPES et al., 2007), tudo condicionado por reações bioquímicas existentes entre os organismos envolvidos (PIMENTEL et al., 2009). Todavia, alguns entraves existem que podem inviabilizar o sucesso desse método, como o desafio dos centros de pesquisa com a reprodução dos inimigos naturais em grandes quantidades e com custos reduzidos, bem como a dificuldade de adaptação do microrganismo ao ambiente a ser colonizado, podendo reduzir os efeitos desejáveis sobre o manejo do patógeno.

Além das medidas de manejo supracitadas, o uso de metabolitos secundários e resíduos vegetais com propriedades nematicidas ou nematostáticas, representa mais uma opção economicamente viável, por apresentar menor risco de contaminação ambiental em razão de sua característica biodegradável (BROGLIO-MICHELETTI et al., 2009). Portanto, a determinação de um método alternativo que inviabilize a ação desses patógenos de solo, bem como na redução no número de aplicações de produtos químicos nessa cultura, contribui na diminuição da exposição dos produtores, assim como também nos custos de produção.

### 2.4.1. Métodos alternativos x nematoides

A busca de novas alternativas no controle dos nematoides visando à redução e/ou a substituição dos nematicidas convencionais é relevante (NASU et al., 2010a). Diversas substâncias naturais de diferentes espécies vegetais têm sido isoladas e caracterizadas quimicamente, sendo que algumas têm se mostrado promissoras para aplicação em campo, já relatada á algum tempo (GOMMERS, 1981).

Diversas espécies vegetais empregadas na forma de extratos têm efeito eficiente no controle dos fitonematoides pela liberação de substâncias nematoxicas após sua decomposição, tais como isotiocianatos e seus derivados (FERRIS & ZASADA, 2004). Substância como álcool alifático 1-triacontanol e éster já foram isolados de *Mucuna aterrina*, mostrando eficiência em *M. incognita* em condições *in vitro* e casa de vegetação (NOGUEIRA et al., 1996). Pesquisas dessa natureza já vêm sendo empregadas (SHAUKAT et al., 2002; BEGUM et al., 2003) com resultados expressivos no controle dessa praga.

Os extratos podem ser procedentes de diferentes formas de preparo, que segundo Martinez (2002), alguns fatores como o tipo de solvente e a forma de extração na aquisição dos extratos podem influenciar na atividade do princípio ativo. Em relação às formas de utilização, são encontradas pesquisas com os extratos utilizados em aplicações via solo (CHITWOOD, 2002), as quais apresentam bons resultados ou via foliar, ainda pouco estudada (GARDIANO et al., 2008).

Em estudos realizados por Almeida et al. (2012), ao avaliarem a eficiência de extratos vegetais e modos de preparo, encontraram resultados expressivos no manejo de nematoides de galhas para a cultura do tomateiro. O extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) nas doses de 1,5% e 3,0% utilizados por Javed et al. (2008), quando aplicados ao solo propiciaram reduções significativa no número de galhas e ovos de *M. javanica*. A presença dos possíveis constituintes químicos que podem inviabilizar o parasitismo dos patógenos pode variar nas distintas partes das plantas em concentrações. Substância como a azadiractina presente no nim, com eficiência já comprovada, é encontrada principalmente em sementes, e em menor quantidade nas cascas e folhas (MORDUE e NISBET, 2000). Coimbra et al. (2006), comprovaram o efeito nematicida com folhas de mandioca sobre o nematoide *S. bradys*, causando

mortalidade superior a 44,0% da população. Nesse sentido, é possível encontrar resultados conflitantes com a mesma espécie vegetal, quando empregada em estudo na forma de extratos, em função da parte do vegetal utilizada.

#### **2.4.2. Manejo de nematoide com manipueira**

A manipueira é o resíduo líquido extraído da mandioca (*Manihot esculenta* L.), durante o processo de fabricação de farinha e (ou) amido (CASSONI e CEREDA, 2011). Para cada 3 kg de mandioca processados é gerado em torno de 1 litro de manipueira (PONTE, 2001). Na composição química deste resíduo são encontradas diversas substâncias como glicose e outros açúcares, proteínas, macros e micronutrientes de plantas (exceto o molibdênio), linamarina e compostos cianogênicos (ácido cianídrico, cianetos e aldeídos) (MAGALHÃES, 1993). Com base na diversidade de compostos presentes na manipueira, pesquisas vêm sendo realizadas visando a potencialidade deste resíduo com ação antimicrobiana e como adubo orgânico.

Nesse sentido, a manipueira tem sido estudada quanto ao efeito fungicida contra o oídio (*Oidium* sp.) em frutos de ceriguela (*Spondias purpurea* L.) e a presença de altos teores de enxofre neste resíduo causou deformação de conídios e conidióforos do fungo (FREIRE, 2001). Os cianetos presentes na manipueira respondem pela ação inseticida e nematicida, enquanto o enxofre garante a ação fungicida e acaricida (PONTE, 2001).

Em sua composição ainda é possível encontrar, glicosídeos cianogênicos como linamarina e lotaustralina que quando hidrolisadas originam, respectivamente, ácido cianídrico (HCN) e cianeto livre (CN<sup>-</sup>), que podem ser letais às formas de vida, apresentando assim potencialidade no manejo de nematoides (NASU et al., 2010a). A concentração destes compostos é variável na manipueira, as quais dependem da idade das plantas, variedade cultivada, tipo de tecido vegetal e com fatores ambientais, tais como solo, umidade e temperatura (CEREDA, 2000; 2001; FIORETTO, 2001; CORDEIRO, 2005).

A ação nematicida da manipueira tem sido comprovada por diferentes autores no controle de diferentes nematóides fitoparasitas como *Meloidogyne* spp. (PONTE e FRANCO, 1981, DAMASCENO et al., 2008, ESTEVEZ, 2008, NASU et

al., 2010a, NASU et al., 2010b, BALDIN et al., 2012), *H. glycines* (COMERLATO, 2009), e *S. bradys* (ALVES et al., 2006; ALMEIDA et al., 2007).

Em estudo realizado por Ponte e Franco (1981), com aplicação de diferentes volumes de manipueira, na concentração de 50% em vasos previamente infestados com as espécies *M. javanica* e *M. incognita*, demonstraram que as aplicações de 1 L ou 1,5 L de manipueira favoreceu o crescimento de plantas de tomate sem galhas, ao passo que plantas não tratadas mostraram-se com 13 a 20 galhas, o que reduziu ainda mais a capacidade de exploração radicular e conseqüentemente, comprometendo maior absorção de água e nutrientes pelas plantas.

Nasu et al. (2010), em testes *in vitro*, concluíram que tratamentos com manipueira controlaram *M. exigua* raça 3 na cultura do tomateiro, promovendo a morte de 100% dos J2. Ensaio similar foi realizado por Grabowski et al. (2007), no controle do nematoide *Tubixaba tuxaua in vitro*, com 100% de controle para as mesmas concentrações de manipueira. Alves et al. (2006), utilizando manipueira no controle do nematoide *S. bradys*, em ensaios *in vitro*, constataram que após 48 horas, os tratamentos com manipueira, em dosagem igual ou superior a 40%, proporcionaram 100% de mortalidade. Já Almeida et al. (2007), observaram que, além do controle do nematoide, manipueira a 50% de concentração também estimulou o surgimento de brotações em túberas de inhame.

A utilização de técnicas racionais de manejo é desejável para a redução de populações de *Meloidogyne* spp. a níveis inferiores aqueles capazes de causar prejuízos (PIMENTA e CARNEIRO, 2005). Este fato, associado à tendência da atual sociedade em obter alimentos orgânicos ou com o mínimo possível de agrotóxicos, faz com que produtos naturais como a manipueira tenham um futuro promissor, desde que seu custo seja competitivo com os químicos (ALVES et al., 2012).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e caracterização da área experimental dos ensaios

Os experimentos foram conduzidos em condições de casa de vegetação e Laboratório de Fitopatologia no Campus Professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, no período de março a agosto de 2015. O município pertence à região do semiárido piauiense com clima quente e úmido classificado por Köppen como Cwa com precipitação pluvial média entre 900 e 1200 mm ano<sup>-1</sup>, distribuídos entre os meses de dezembro a abril e temperatura média anual de 26,6 °C (VIANA et al., 2002).

#### 3.2. Tratamento do solo empregado no experimento

O substrato foi constituído por solo-areia-esterco na proporção 3:2:1, respectivamente, esterilizado previamente em autoclave vertical, a 120 °C e 1,05 Kgc<sup>m2</sup> por duas horas. Em seguida, distribuído em vasos plásticos com capacidade para 4,5 dm<sup>3</sup> dispostos sobre bancada em casa de vegetação. O solo apresenta textura médio-arenosa, com as seguintes características físicas: pH 4,3; 15,8 g de matéria orgânica por litro; 710 g kg<sup>-1</sup> de areia, 50 g kg<sup>-1</sup> de silte e 240 g kg<sup>-1</sup> de argila.

#### 3.3. Obtenção e multiplicação do inóculo

O inóculo foi obtido de uma população de nematoides das espécies *M. incognita* e *M. javanica* em campo de lavouras de soja, no município de Bom Jesus-PI. A extração ocorreu por liquidificação e centrifugação em solução de sacarose com caulim, conforme Método de Coolen e D'Herde (1972). Logo após, os nematoides foram inoculados em plantas de tomateiro *Solanum lycopersicum* L. cv "Santa Clara" cultivados em vasos e mantidos em casa de vegetação durante 50 dias para multiplicação. A identificação prévia da espécie procedeu-se em lâminas temporárias com formalina, examinando-se em microscópio óptico e confrontando-se as características morfológicas observadas com a literatura (HANDOO e GOLDEN, 1989).

### 3.4. Obtenção da manipueira

A manipueira utilizada nos ensaios foi obtida em casa de produção de farinha no município de Redenção do Gurguéia – PI. A mesma foi armazenada em vidrarias e acondicionadas em geladeira até o preparo das concentrações e aplicação via solo.

### 3.5. Instalação e condução dos experimentos

Foram realizados dois experimentos, com as respectivas espécies de nematoides *M. incognita* e *M. javanica*. Os tratamentos consistiram da aplicação de manipueira nas concentrações (10, 20,30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100%), aplicadas de forma total (única aplicação de 100 mL vaso<sup>-1</sup>) e parcial (aplicação de 100 mL vaso<sup>-1</sup>, parcelada em duas aplicações de 50 mL com intervalo de 15 dias), mais uma testemunha (água), com cinco repetições.

A semeadura foi realizada com cinco sementes de soja Intacta cv. M-Soy 8644 IPRO por vaso no dia 20 de maio de 2015 e a emergência ocorreu dois dias após semeadura. Aos 14 dias após a emergência destas foi realizado o desbaste deixando, duas plantas por vaso constituindo a unidade experimental.

No segundo dia após o desbaste, inoculou-se no substrato uma suspensão (3000 ovos/ juvenis) das espécies *M. incognita* e *M. javanica*, individualmente com auxílio de pipeta, 10 mL da suspensão do inóculo, distribuídos em três aberturas (furos) de 3,0 cm de profundidade, distanciados 2,0 cm entre si e do hipocótilo das plantas de soja. Após a inoculação, as plantas foram condicionadas apenas a irrigação nas primeiras 72 horas atendendo as necessidades hídricas da cultura, objetivando-se que os fitonematóides tivesse um completo desenvolvimento de parasitismo nas raízes.

Durante a condução dos experimentos foi realizado o monitoramento dos dados de temperatura (ambiente e do solo) e umidade relativa do ar. De acordo com os dados, foi observado que na maioria dos dias, a temperatura média ambiente na casa de vegetação variou de 25 a 35 °C, com temperatura do solo de 23 a 32,5 °C e a umidade relativa do ar entre 23 a 40%.

Após o sétimo dia da inoculação das plantas com os nematoides, foi aplicado em cada vaso 100 mL de manipueira de acordo com as respetivas

concentrações (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100%) para a forma de aplicação total. Enquanto que, para a aplicação parcial essa quantidade foi parcelada em duas vezes com 50 mL cada, sendo a primeira aplicada no mesmo dia da aplicação total e a segunda após 15 dias. As concentrações foram determinadas através das diluições da manipueira em água destilada e, somente preparados 2 h antes da aplicação dos tratamentos via solo.

### **3.6. Parâmetros avaliados**

As avaliações foram realizadas sessenta dias após a primeira aplicação da manipueira. No primeiro momento foram avaliadas as características agronômicas: comprimento radicular com o uso de régua graduada, massa fresca do sistema radicular, obtido com o auxílio de balança semi-analítica e o volume de raiz calculado pela diferença de volume de água deslocada na proveta após a imersão das raízes, utilizando uma proveta de 500 mL e considerando como volume padrão 300 mL.

Para as características do parasitismo foi avaliado conjuntamente o número de galhas e massa de ovos na raiz. Para isso, as raízes foram coloridas em uma solução (5mg de fucsina ácida, para 250 mL ácido acético e 750 mL de água destilada), onde foram imersas por cerca de 2 minutos conforme (SILVA et al., 1988) e feito a contagem com auxílio de uma lupa.

Para a estimativa do número de ovos e juvenis no solo de cada tratamento, realizada a partir de amostras de solo com 100 cm<sup>3</sup>, empregou-se a técnica da flutuação e centrifugação em solução de sacarose (JENKINS, 1964); enquanto que, para a estimativa do número de ovos e juvenis na raiz, empregou-se o método de Coolen e D'Herde (1972). Nas suspensões assim obtidas, foi estimado o número de ovos e exemplares de nematoides por mililitro sob microscópio óptico, com auxílio de lâmina de Peters.

Após a quantificação dos nematoides na raiz e no solo foi calculado o fator de reprodução (FR) do parasita para cada tratamento, através do método proposto por Oostenbrink (1966), que consiste no somatório da população final do solo e população final da raiz dividida pela população inicialmente inoculada (Pi).

### 3.7. Análise estatística

Os dados das análises referentes às características agronômicas e do parasitismo, foram submetidos à análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e análise de variância (ANOVA), pelo teste F ( $p < 0,05$ ), e quando significativos, as médias das variáveis para os tratamentos qualitativos (formas de aplicação) foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), usando o programa estatístico “R” versão 3.1.2. Já as médias das variáveis para os tratamentos quantitativos (doses de manipueira), foram ajustadas em equações de regressão, com auxílio do software Sigmaplot 10.0.

Para análise de variância das características de parasitismo dos dois experimentos, os valores foram transformados em  $\text{Log}(x+1)$  com o objetivo de normalizar e homogeneizar as variâncias. Contudo, os valores apresentados nas tabelas e gráficos são as médias originais.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Experimento 1: Toxicidade de manipueira sobre *M. incognita* na soja

Pela análise de variância observa-se que houve interação entre formas de aplicação e concentrações de manipueira, com efeito significativo ( $p < 0,01$ ) para todas as características agrônômicas: comprimento radicular, volume de raiz e massa fresca do sistema radicular de plantas de soja (Tabela 1).

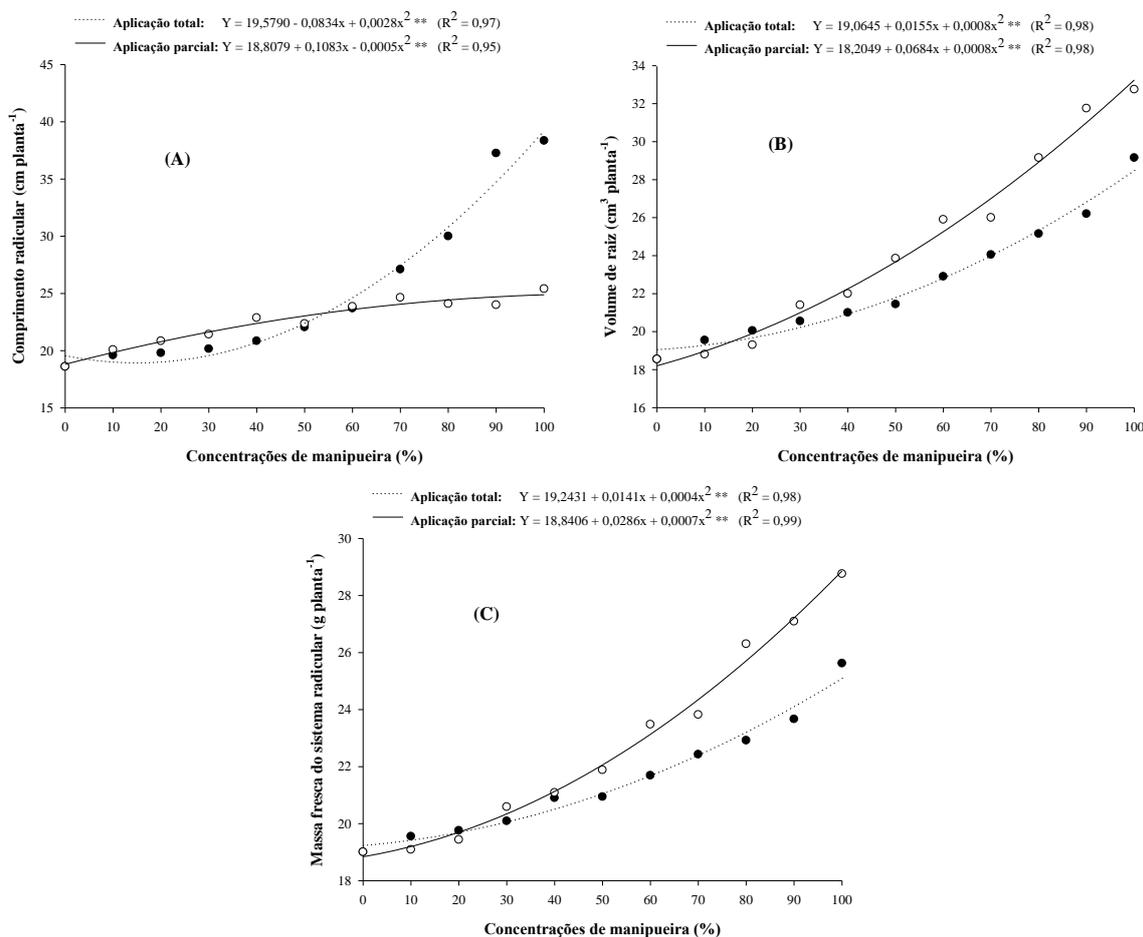
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as características agrônômicas das plantas de soja previamente inoculadas com *M. incognita*, em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira

| Fonte/variação                  | Características agrônômicas |          |          |
|---------------------------------|-----------------------------|----------|----------|
|                                 | CR                          | VR       | MFSR     |
| Forma de aplicação (FA)         | 334,95**                    | 0,01ns   | 206,91*  |
| Concentração de manipueira (CM) | 267,02**                    | 215,16** | 120,11*  |
| FA x CM                         | 103,72**                    | 71,17**  | 175,02** |
| C.V. (%)                        | 24,11                       | 20,06    | 25,41    |

\*\*significativo a 1%; \*significativo a 5%; <sup>ns</sup>não significativo; C.V. – coeficiente de variação. Características agrônômicas: CR - comprimento radicular; VR - volume de raiz; MFSR - massa fresca do sistema radicular.

O crescimento e desenvolvimento do radicular das plantas de soja apresentaram ganhos consideráveis após aplicação de manipueira ao solo, com respostas quadráticas em função das concentrações empregadas (Figura 1). As maiores médias do comprimento radicular foram observadas nas plantas que receberam aplicação total de manipueira, em concentrações a partir de 60%, atingindo incremento máximo (100,41%) com manipueira a 100% (Figura 1A). A manipueira possui complexa composição química, incluindo todos os macros e micronutrientes de plantas (exceto o molibdênio) que podem justificar o melhor desenvolvimento de raízes nas plantas tratadas com essa solução (BALDIN et al., 2012). Assim, para as plantas que receberam aplicação total de manipueira houve maior crescimento em razão da maior disponibilidade de nutrientes. Resultado positivo com a utilização da manipueira sobre as características agrônômicas do tomateiro, foram observados também por Nasu et al. (2010). De acordo com os autores, as plantas atingiram um maior comprimento de raiz,

provavelmente devido à maior concentração de nutrientes presentes na manipueira mais concentrada (50%).



**Figura 1.** Comprimento radicular (A), volume de raiz (B) e massa fresca do sistema radicular (C) de plantas de soja em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira no manejo de *M. incognita*. \*\* significativo a 1% de significância.

Quanto ao volume radicular (Figura 1B) e a massa fresca do sistema radicular (Figura 1C) das plantas de soja, os melhores resultados para essas variáveis foram obtidos com aplicação parcial de manipueira, em concentrações a partir de 50%, atingindo incrementos máximos de 81,53% e 52,33%, respectivamente, com manipueira a 100%. Entretanto, com aplicação total de manipueira, também houve aumento considerável do volume e massa fresca do sistema radicular, em concentrações a partir de 50%, apresentando respectivos ganhos máximos de 50,09% e 28,11%, com manipueira a 100%. Resultados positivos foram observados também há alguns anos, por Franco et al. (1990), quando alcançaram incremento da parte aérea e de raízes de tomateiro em solo tratado com manipueira a 50%. Em estudo realizado por Baldin et al.

(2012), obtiveram com a aplicação de manipueira a 50%, aumento do peso das raízes de 101,30%, demonstrando ser eficiente tanto quanto ao nematicida Carbofuran 50 G. Esses mesmos autores justificaram que a melhoria no desenvolvimento das plantas, foi atribuída à disponibilidade de nutrientes presentes na manipueira.

Para as características do parasitismo, houve interação entre as formas de aplicação e concentrações de manipueira com efeito significativo apenas para o número de juvenis na raiz (NJR) ( $p < 0,05$ ) e o número de juvenis no solo (NJS) ( $p < 0,01$ ) (Tabela 2). Entretanto, as demais variáveis foram influenciadas pela atuação individual das concentrações de manipueira.

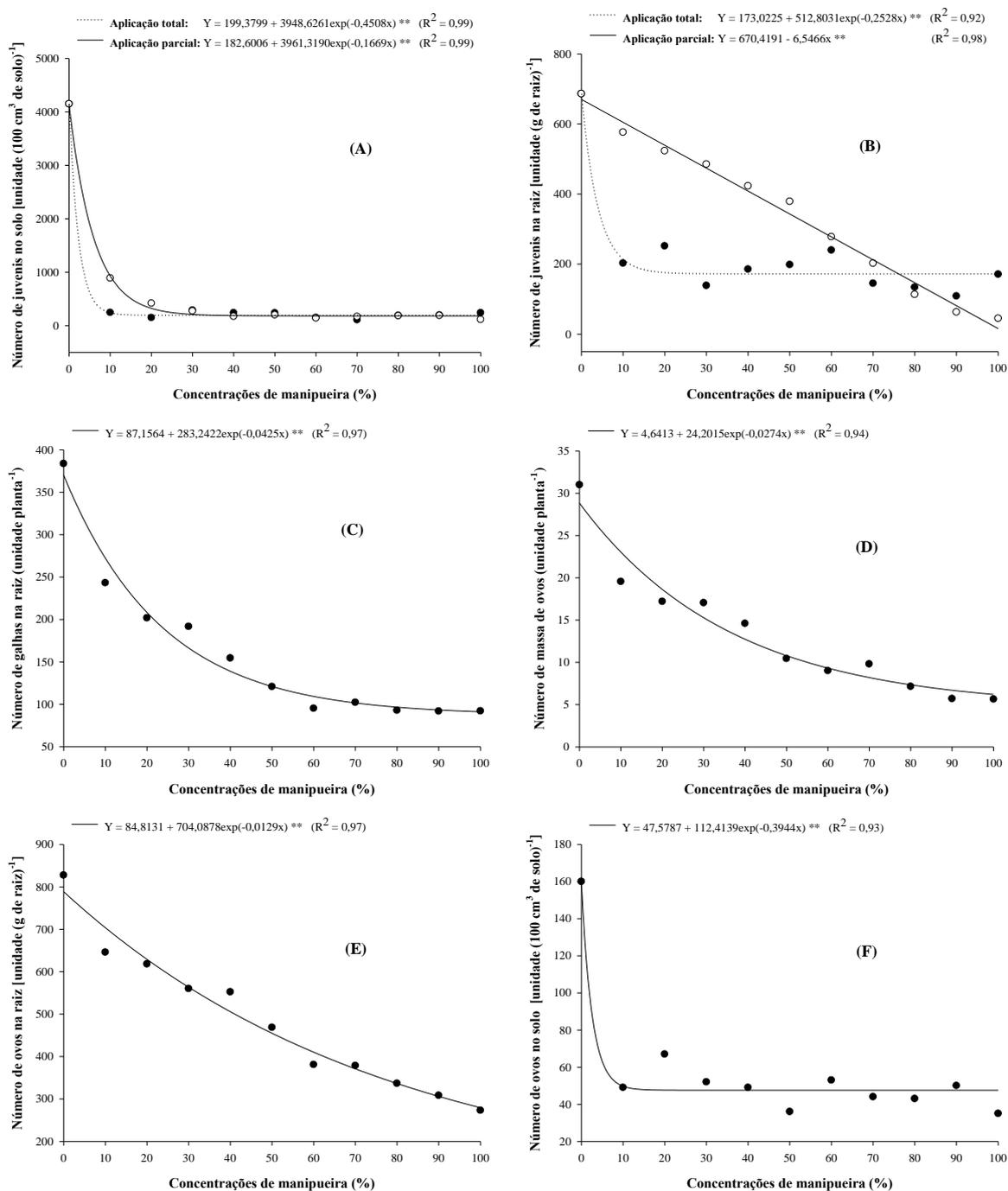
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as características do parasitismo de *M. incognita* em plantas de soja, em função das formas de aplicação (FA) e concentrações de manipueira (CM)

| Fonte de variação | Características do parasitismo |             |            |          |             |            |         |
|-------------------|--------------------------------|-------------|------------|----------|-------------|------------|---------|
|                   | NJS                            | NJR         | NG         | NMO      | NOR         | NOS        | FR      |
| (FA)              | 3505,82ns                      | 254138,27** | 6833,53ns  | 2,47ns   | 41279,22ns  | 90,90ns    | 0,94ns  |
| Total             | 589,61 a                       | 224,04 b    | 149,37 a   | 13,22 a  | 475,89 a    | 60,72 a    | 1,84 a  |
| Parcial           | 600,90 a                       | 320,18 a    | 165,13 a   | 13,52 a  | 514,63 a    | 62,54 a    | 2,02 a  |
| (CM)              | 13934066,24**                  | 275016,02** | 77436,16** | 576,21** | 331873,99** | 12420,54** | 17,07** |
| FA x CM           | 111286,42**                    | 46693,72*   | 2499,85ns  | 15,67ns  | 56777,42ns  | 316,90ns   | 0,84ns  |
| C.V. (%)          | 11,69                          | 12,48       | 8,57       | 14,82    | 8,47        | 18,96      | 31,76   |

\*\*significativo a 1%; \*significativo a 5%; <sup>ns</sup>não significativo; C.V. – coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Características do parasitismo: NJS - número de juvenis no solo; NJR - número de juvenis na raiz; NG - número de galhas; NMO - número de massa de ovos; NOS - número de ovos no solo; NOR - número de ovos na raiz; FR - fator de reprodução.

As formas de aplicação da manipueira influenciaram negativamente no número de juvenis de *M. incognita* no solo, com redução exponencial em resposta as concentrações empregadas (Figura 2A). As menores médias dessa variável foram observadas com aplicação total e que, de acordo com a equação de regressão obteve-se uma concentração letal ( $CL_{50}$ ) de manipueira de 1,65, ou seja, a concentração de 1,65% deste resíduo ocasiona mortalidade de 50% dos nematoides no solo. Redução mais expressiva dos juvenis no solo foi observada a partir da concentração 10%, com percentual de 94,14% em relação à testemunha. Enquanto que, para a aplicação parcial,

foi determinada uma maior concentração letal ( $CL_{50} = 4,44$ ), atingindo redução mais supressiva (94,95%) com aplicação da concentração a partir de 30%.



**Figura 2.** Número de juvenis no solo (A), número de juvenis na raiz (B), número de galhas (C), número de massa de ovos (D), número de ovos no solo (E) e número de ovos na raiz (F) de *M. incognita* em plantas de soja, em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira. \*\* significativo a 1%.

A redução da população de *M. incognita* no presente estudo pode ser explicada pela presença de compostos tóxicos na manipueira, agindo como substância

nematicida. Os principais compostos tóxicos da manipueira são o ácido cianídrico (HCN) e o cianeto livre (CN<sup>-</sup>) que apresentam ação antimicrobiana. No entanto, os compostos HCN e CN<sup>-</sup> apresentam rotas de ação diferenciadas, onde o primeiro age na quebra de enzimas específicas (FIORETTO e BRINHOLI, 1985) e o segundo sobre células nervosas provocando reações com alguns compostos da célula, formando a cianohemoglobina, a qual provoca paralisia no sistema incluindo a cadeia respiratória (NASU, 2008). Isso explica os melhores resultados de controle de *M. incognita* com aplicação total via solo, em que na menor concentração aplicada disponibilizou maiores concentrações destes compostos no solo proporcionando maiores taxas de mortalidade.

Em estudo realizado por Nasu et al. (2010) sobre o efeito de manipueira sobre *M. incognita* em ensaios *in vitro* e em tomateiros em casa de vegetação, evidenciaram que os tratamentos com manipueira até 10% de diluição, partindo-se de 40 mg L<sup>-1</sup> de CN<sup>-</sup> em manipueira pura, foram efetivos no controle de *M. incognita* raça 3, causando a morte de 100% dos J2 tratados. Nasu et al. (2007), testaram manipueira de feccularia no controle de *M. incognita in vitro*, nas concentrações 10%, 25%, 50%, 75% e 100%, alcançando 100% de mortalidade para todos os tratamentos.

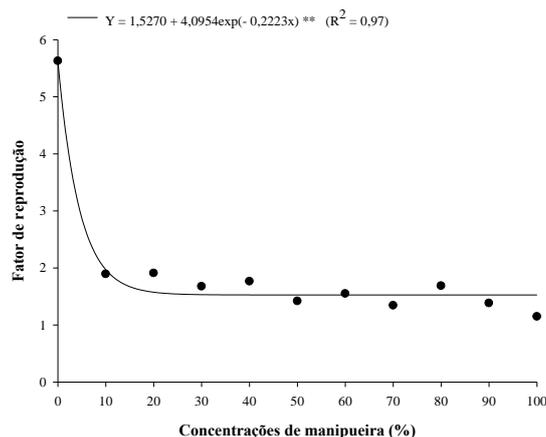
Para o número de juvenis de *M. incognita* na raiz, houve diferença significativa entre as formas de aplicação da manipueira, com destaque para a aplicação total, que de acordo com a equação de regressão exponencial decrescente foi estimada uma CL<sub>50</sub> de 4,37% de manipueira que ocasionou mortalidade de 50% dos nematoides na raiz (Figura 2B). Reduções máximas foram encontradas com concentrações a partir de 20% de manipueira, com percentual de 68,80%, comparado à testemunha. Para a aplicação parcial, foi estimada através da equação de regressão polinomial linear uma maior CL<sub>50</sub> de 58,84% de manipueira, e proporcionou redução superior à aplicação total apenas com concentrações superiores a 80%, atingindo decréscimo máximo (97,65%) na concentração de 100%. Esses resultados demonstram mais uma vez a potencialidade da manipueira como nematicida, que quando aplicada de forma total via solo, disponibiliza maiores concentrações de HCN e o cianeto livre CN<sup>-</sup> no solo.

O número de galhas (Figura 2C) e número de massa de ovos (Figura 2D) de *M. incognita* em plantas de soja, reduziram exponencialmente em função das concentrações de manipueira empregadas. A redução dessas variáveis em 50% foi observada com concentrações de manipueira a 24,94% e 33,07%, respectivamente. A

máxima redução dessas variáveis ocorreu na concentração de 100% de manipueira, com respectivos percentuais de 75,38% e 78,49%, comparado à testemunha. De acordo com Nasu et al. (2010a), em ensaio em casa de vegetação com tomateiros previamente inoculados com *M. incognita*, os tratamentos manipueira a 10% e 25% levaram a um menor número de galhas, com respectivos percentuais de redução de 76,6% e 69,90%. Já Damasceno et al. (2008), obtiveram maior redução do número de galhas e massa de ovos de *M. incognita*, somente quando utilizaram manipueira diluída a 50% em mudas de mamoeiro.

O número de ovos de *M. incognita* na raiz (Figura 2E) e no solo (Figura 2F) reduziu após aplicação de manipueira, com decréscimo exponencial dessas variáveis em função das concentrações empregadas. A redução de 50% na média dessas variáveis foi possível após aplicação de concentrações de manipueira de 63,68% e 3,15%, respectivamente. A obtenção da máxima redução do número de ovos na raiz (64,68%) e no solo (68,90%) foi observada com concentrações de 100% e 10% de manipueira, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Nasu et al. (2010), que ao utilizarem manipueira a 10%, obtiveram menor número de galhas o que refletiu diretamente na redução de 84,62% do número de ovos por sistema radicular de tomateiro.

O fator de reprodução (FR) de *M. incognita* em plantas de soja diminuiu após aplicação de manipueira, em que de acordo com a equação de regressão exponencial decrescente, foi determinada uma  $CL_{50}$  de 5,22% deste resíduo para proporcionar redução de 50% na média dessa variável (Figura 3). Redução mais significativa foi observada com aplicação de 20% de manipueira, onde reduziu o valor do FR (5,62) da testemunha em 71,99%, atingindo valor de 1,58. Os melhores resultados com concentrações inferiores a 20% ocorrem, devido provavelmente, pela menor viscosidade e maior facilidade de penetração no solo, apresentando uma ação mais rápida e efetiva. Estes resultados também corroboram com os de Nasu et al. (2010), que encontraram um menor valor de FR em concentrações de manipueira inferiores a 50%.



**Figura 3.** Fator de reprodução de *M. incognita* em plantas de soja, em função das concentrações de manipueira. \*\* significativo a 1%.

No presente estudo, observa-se que a soja na ausência de manejo (testemunha), apresentou alto fator de reprodução de 5,62 (Figura 3), sendo assim considerada susceptível à *M. incognita* (Alves et al. 2011), o que implica na permanência do nematoide na área em todo o final do ciclo de produção da cultura. Dessa forma, quando se aplicou a manipueira via solo, este resíduo agiu de forma letal sobre os nematoides reduzindo o número de indivíduos e sua reprodução. Todavia, vale reforçar que ainda é necessário combinar o uso dessa alternativa com outros métodos para reduzir ainda mais o fator de reprodução dos nematoides.

#### 4.2. Experimento 2: Toxicidade de manipueira sobre *M. javanica* na soja

Ao analisar as características agronômicas: comprimento radicular (CR), volume de raiz (VR) e massa fresca do sistema radicular (MFSR) de plantas de soja, observou-se interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre formas de aplicação e concentrações de manipueira (Tabela 1).

A aplicação de manipueira via solo contribuiu positivamente para todas as características do sistema radicular, onde as formas de aplicação se ajustaram no modelo de regressão polinomial quadrática em resposta as concentrações empregadas (Figura 4). Para o comprimento radicular, os melhores resultados foram observados nas plantas que receberam aplicação total de manipueira nas concentrações a partir de 60%,

atingindo valor máximo (40,03 cm) na concentração 100%, com incremento de 127,73% em relação à testemunha (Figura 4A). Enquanto que, para a aplicação parcial, o comprimento radicular máximo (26,73 cm) na concentração 100%, incrementou em apenas 65,92%.

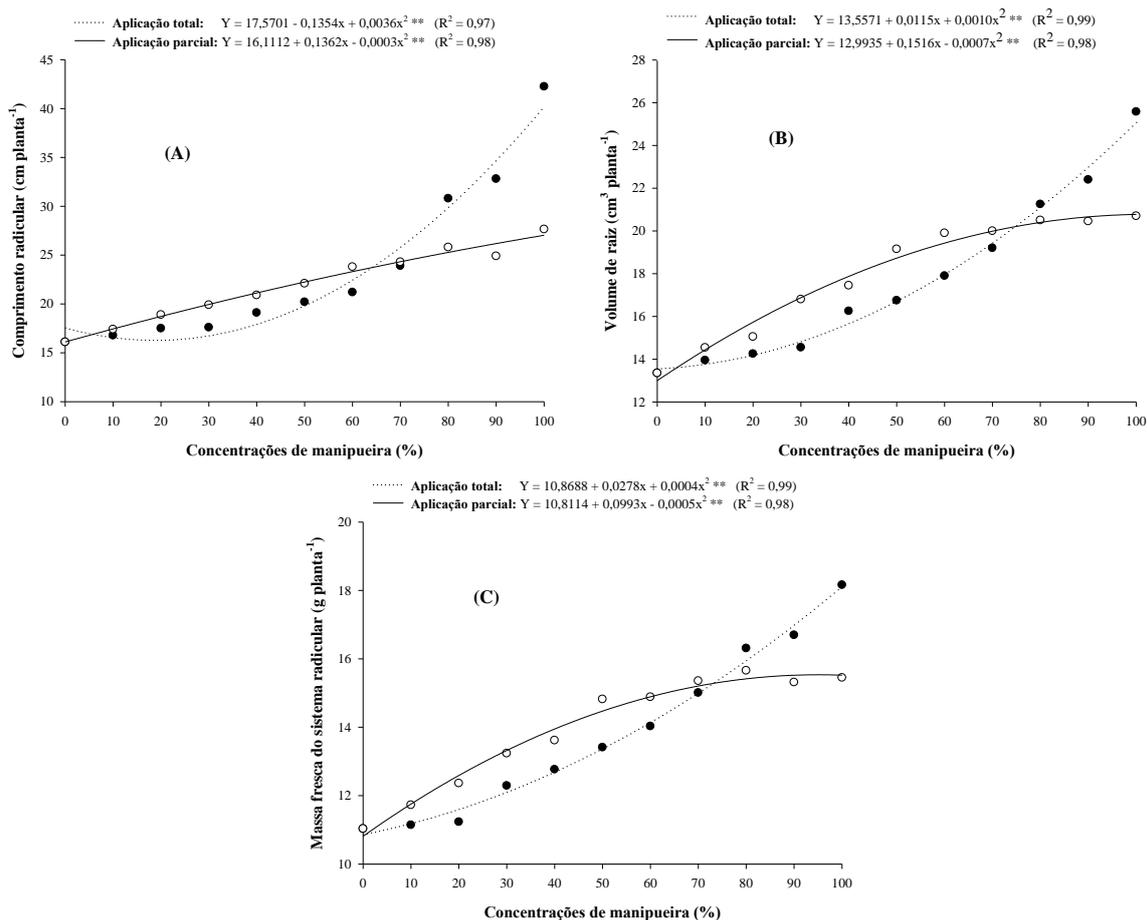
**Tabela 3.** Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as características agronômicas das plantas de soja previamente inoculadas com *M. javanica*, em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira

| Fonte/variação                  | Características agronômicas |          |         |
|---------------------------------|-----------------------------|----------|---------|
|                                 | CR                          | VR       | MFSR    |
| Forma de aplicação (FA)         | 77,61ns                     | 4,21ns   | 14,00ns |
| Concentração de manipueira (CM) | 337,27**                    | 162,99** | 63,97** |
| FA x CM                         | 71,93*                      | 28,49*   | 23,85*  |
| C.V. (%)                        | 25,33                       | 20,16    | 24,4    |

\*\*significativo a 1%; \*significativo a 5%; <sup>ns</sup>não significativo; C.V. – coeficiente de variação. Características agronômicas: CR - comprimento radicular; VR - volume de raiz; MFSR - massa fresca do sistema radicular.

Ao analisar o volume radicular (Figura 4B) e a massa fresca do sistema radicular (Figura 4C) das plantas de soja, houve aumento significativo dessas variáveis com aplicação total de manipueira na concentração com 100% de concentração, atingindo valores máximos de 24,71 cm<sup>3</sup> e 17,65 g, respectivamente. Para esses resultados, os respectivos incrementos dessas variáveis foram de 82,24% e 62,38%, comparado à testemunha. Entretanto, com aplicação parcial, o máximo valor do volume radicular (19,57 cm<sup>3</sup>) e da massa fresca (14,97 g) foi obtido com manipueira a partir de 60% de concentração, com acréscimos de 50,61% e 38,46%, respectivamente comparado à testemunha.

O maior crescimento e desenvolvimento do sistema radicular da soja tratadas com manipueira, é explicado pela redução do parasitismo de *M. javanica* (Figuras 5 e 6) e pelo incremento dos teores de macro e micronutrientes essenciais à planta. De acordo com Baldin et al., (2012) a manipueira além de apresentar compostos tóxicos no controle de nematoides, disponibiliza nutrientes no solo favorecendo o desenvolvimento da planta. Cereda e Fioretto (1981), já sinalizavam a existência de diferentes nutrientes na manipueira como teores de fósforo de 219 mg L<sup>-1</sup>, potássio 1675 mg L<sup>-1</sup>, cálcio 225 mg L<sup>-1</sup> e magnésio 366 mg L<sup>-1</sup>, além de micronutrientes essenciais, viabilizando a sua utilização como fonte nutricional às plantas.



**Figura 4.** Comprimento radicular (A), volume de raiz (B) e massa fresca do sistema radicular (C) de plantas de soja em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira no manejo de *M. javanica*. \*\* significativo a 1% de significância.

Formentini (2008), com aplicação sequencial de manipueira em figueira cv. 'Roxo de Valinhos' em campo, observou elevação da fertilidade dos solos da rizosfera das figueira tratadas, quando comparadas às plantas-controle sem adição de manipueira. Resultado positivo com a utilização da manipueira, foram observados também por Nasu et al. (2008), onde relataram maior acúmulo de massa seca de tomateiro. Em estudo realizado por Comerlato (2009) sobre efeito de manipueira no controle do nematoide de cisto da soja, também observaram ganho positivo das características agrônômicas da soja após aplicação deste resíduo.

Para as características do parasitismo, houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre as formas de aplicação e concentrações de manipueira apenas para o número de galhas (NG) e número de massa de ovos (NMO) (Tabela 4). Ao mesmo tempo, as demais variáveis foram influenciadas pela atuação individual dos fatores. O efeito

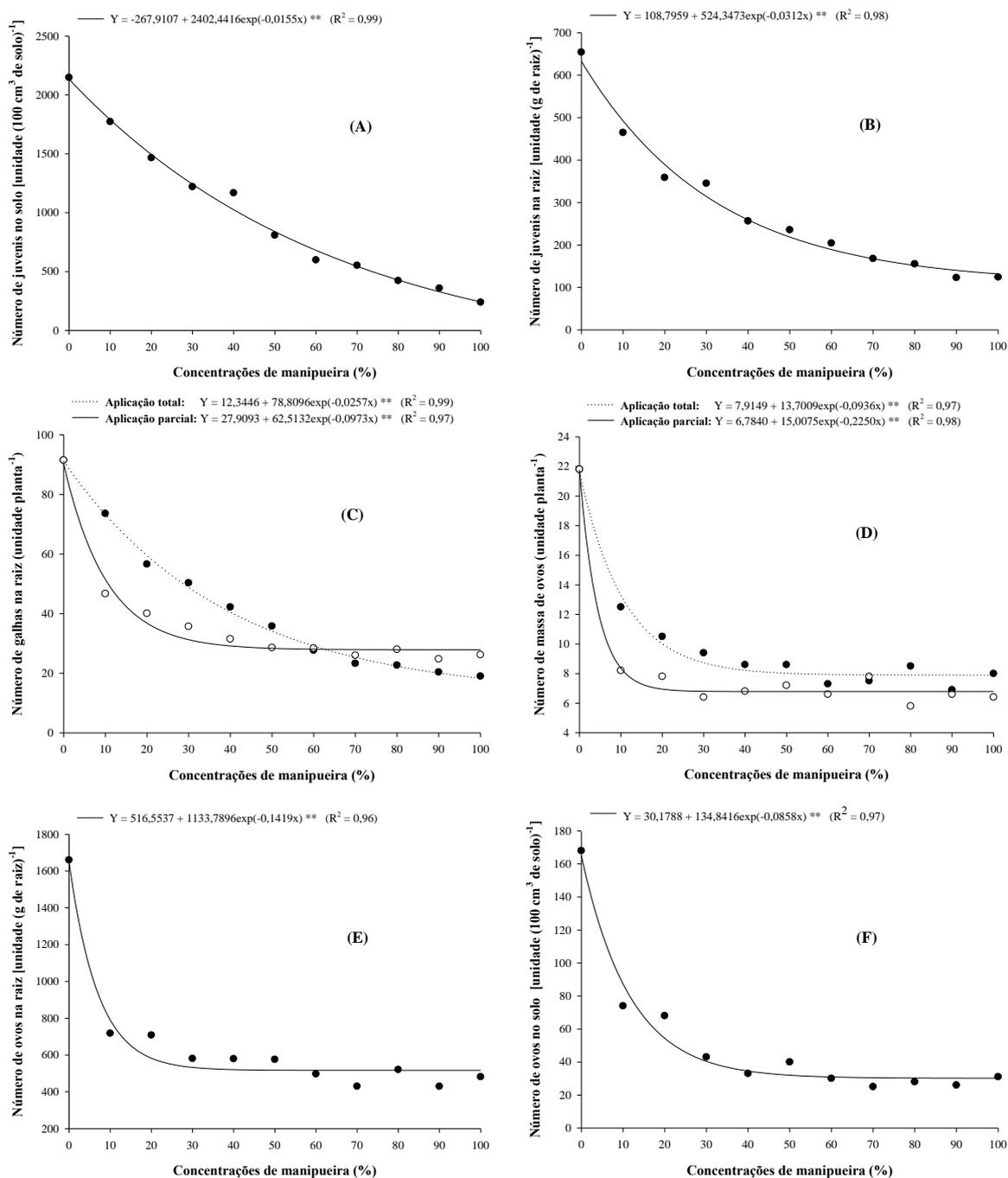
individual das concentrações de manipueira foi significativo ( $p < 0,01$ ) para todas variáveis, enquanto que, a atuação individual das formas de aplicação foi significativa ( $p < 0,05$ ) apenas para o número de juvenis na raiz (NJR) e o fator de reprodução (FR).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as características do parasitismo de *M. javanica* em plantas de soja, em função das formas de aplicação (FA) e concentrações de manipueira (CM)

| Fonte de variação | Características de parasitismo |             |           |          |              |            |        |
|-------------------|--------------------------------|-------------|-----------|----------|--------------|------------|--------|
|                   | NJS                            | NJR         | NG        | NMO      | NOR          | NOS        | FR     |
| (FA)              | 1510473,64ns                   | 162527,94*  | 15,28ns   | 0,08ns   | 388033,22ns  | 523,64ns   | 3,75*  |
| Total             | 918,36 a                       | 241,06 b    | 42,30 a   | 9,84 a   | 566,48 a     | 54,00 a    | 1,21 b |
| Parcial           | 1152,72 a                      | 317,94 a    | 43,05 a   | 9,78 a   | 685,27 a     | 49,64 a    | 1,58 a |
| (CM)              | 4126410,73**                   | 162527,95** | 4363,54** | 171,18** | 1333712,56** | 18115,64** | 4,20** |
| FA x CM           | 606069,64ns                    | 17339,09ns  | 237,16*   | 32,61*   | 104491,80ns  | 1599,64ns  | 0,39ns |
| C.V. (%)          | 14,55                          | 13,54       | 19,09     | 22,28    | 14           | 29,4       | 37,59  |

\*\*significativo a 1%; \*significativo a 5%; <sup>ns</sup>não significativo; C.V. – coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Características do parasitismo: NJS - número de juvenis no solo; NJR - número de juvenis na raiz; NG - número de galhas; NMO - número de massa de ovos; NOS - número de ovos no solo; NOR - número de ovos na raiz; FR - fator de reprodução.

A manipueira influenciou de forma negativa no número de juvenis de *M. javanica* no solo, com decréscimo exponencial dessa variável em função das concentrações empregadas (Figura 5A). Esses resultados demonstram que a mortalidade de 50% de nematoides no solo, foi possível com aplicação de concentração letal ( $CL_{50}$ ) de 37,90% de manipueira, atingindo redução máxima de 88,66% na concentração com 100% de manipueira, quando comparado à testemunha. O menor número de nematoides após tratamento do solo com manipueira se deve provavelmente a presença de substâncias como linamarina e lotaustralina que quando hidrolisadas dão origem, respectivamente, a ácido cianídrico e cianetos, apresentando ação nematicida, como comprovado por Ponte (2001) e confirmados por esta pesquisa. De acordo com Camara (2015), os tratamentos com manipueira, a partir de  $30 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CN}^-$  em manipueira pura, foram efetivos na mortalidade de *M. javanica*, causando a morte de 100% dos juvenis tratados na menor concentração de 25%.



**Figura 5.** Número de juvenis no solo (A), número de juvenis na raiz (B), número de galhas (C), número de massa de ovos (D), número de ovos no solo (E) e número de ovos na raiz (F) de *M. javanica* em plantas de soja, em função das formas de aplicação e concentrações de manipueira. \*\* significativo a 1%.

Para o número de juvenis de *M. javanica* na raiz, houve diferença significativa entre as formas de aplicação da manipueira, com destaque para a aplicação total, que proporcionou médias dessa variável em 24,18% menor que a aplicação parcial (Tabela 4). Em função das concentrações de manipueira, houve redução exponencial

dos juvenis na raiz, com taxa de mortalidade de 50% após aplicação de  $DL_{50}$  de 29,67% deste resíduo (Figura 5B). Reduções mais supressivas ocorreram com o aumento das concentrações de manipueira, atingindo valores mínimos com manipueira a 100%. Nasu et al. (2010b), ao estudar o efeito da manipueira, em diferentes concentrações, sobre *M. exigua*, em ensaios *in vitro*, observaram que os tratamentos com manipueira pura em concentração de até 10% de diluição, tiveram resultados de 100% de mortalidade. Esses mesmos autores, comprovam a ação nematicida da manipueira a partir da concentração do cianeto ( $40 \text{ mg.L}^{-1}$  de CN).

Para o número de galhas (Figura 5C) e massa de ovos (Figura 5D) de *M. javanica*, os melhores resultados foram observados com aplicação parcial, que nas respectivas concentrações de 13,20% e 5,75% houve redução de 50% dessas variáveis. As máximas reduções dessas variáveis em 67,72% e 68,10% foram obtidas nas concentrações de 40% e 20% de manipueira, respectivamente. Enquanto que, com a aplicação total, maiores concentrações de 33,60% e 16,62% de manipueira foram necessárias, para atingir decréscimo de 50% do número de galhas e massa de ovos. A maior supressividade dessas variáveis em 79,84% e 61,88% com aplicação total foram obtidas com manipueira nas concentrações de 100% e 40%, respectivamente.

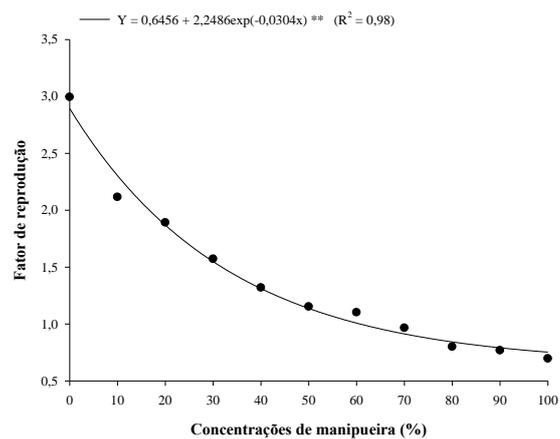
Os resultados para o número de galhas e massa de ovos encontrados nesse estudo demonstram que para a espécie *M. javanica*, o parcelamento da manipueira em duas aplicações, proporcionou maior controle, refletindo em menor número de galhas incitadas e menor produção de massa de ovos. Esses resultados corroboram com Estevez (2008), que ao avaliar o efeito da manipueira em cafeeiros infectados por *M. paranaensis*, obteve maior eficiência no controle para o nematoide, quando aplicado manipueira a 10% e 50%, de forma intercalada, a cada 30 dias.

A manipueira já foi empregada em condições de campo com efeito satisfatório. Barbosa et al. (2008), afirmaram que o efeito erradicante da manipueira a 60%, sobre *S. bradys* em túberas de inhame, atuou com maior intensidade somente nos primeiros 30 dias e que no decorrer do desenvolvimento da cultura, seu efeito foi reduzido progressivamente. Isso porque, assim como os defensivos, a perda de eficiência depende de uma série de fatores, tais como: temperatura, pH da água, tipo de solo, forma de aplicação, etc.

Ponte e Franco (1981), já haviam trabalhado com diferentes volumes de manipueira a 50% de concentração, em solo previamente infestado com *M. javanica* e *M. incognita* e, os melhores resultados foram observados a partir da aplicação de 1 L a 1,5 L de manipueira, o que proporcionou o desenvolvimento de plantas de tomate sem galhas, diferentemente das plantas não tratadas, que apresentaram alto índice de galhas nas raízes. Resultado similar foi observado por Baldin et al. (2012), testando o efeito da manipueira a 50% no controle do nematoide das galhas em cenoura, observaram que o número de galhas nas raízes secundárias reduziu em 43,88% comparado a testemunha.

Quanto ao número de ovos de *M. javanica* na raiz (Figura 5E) e no solo (Figura 5F), houve decréscimo exponencial dessas variáveis em função das concentrações empregadas, com redução de 50% com aplicação de manipueira nas concentrações de 9,17% e 11,03%. Redução mais expressiva do número de ovos na raiz foi observada com manipueira a 30%, com percentual de 67,73%, comparado a testemunha. Enquanto que, para o número de ovos no solo foi necessário uma concentração de manipueira de 40% para reduzir em 79,07%. Nasu et al. (2008), já demonstraram que plantas de tomateiros inoculados com *M. incognita* em casa de vegetação, sob o tratamento de manipueira na concentração de 25% reduziu em 85% o número de ovos comparado com a testemunha.

Para o fator de reprodução (FR) de *M. javanica* em plantas de soja, houve diferença significativa entre as formas de aplicação de manipueira, com destaque para a aplicação total que reduziu o valor do FR em 23,42% comparado a aplicação parcial (Tabela 4). Em função das concentrações empregadas, observa-se que o valor do FR foi reduzido em 50% após aplicação de CL<sub>50</sub> de 33,93% de manipueira. Redução mais supressiva nessa variável foi observada com a concentração de 70%, onde reduziu o FR da testemunha de 2,89 para 0,91, com percentual de decréscimo de 68,44% (Figura 6). Esses valores do fator de reprodução indicam que manipueira age de forma letal sobre os nematoides que tiveram contato com o produto e assim, reduziu o número de indivíduo e sua reprodução. Nasu et al. (2008), demonstraram que o tratamento de manipueira na concentração de 25% estabeleceu um menor fator de reprodução comparado com a testemunha água.



**Figura 6.** Fator de reprodução de *M. javanica* em plantas de soja, em função das concentrações de manipueira. \*\* significativo a 1%.

## 5. CONCLUSÕES

1. A manipueira apresenta toxicidade a *M. incognita* e *M. javanica* e influencia de forma positiva no desenvolvimento da cultura da soja.
2. A aplicação total da manipueira é mais eficiente no controle dos nematoides *M. incognita* e *M. javanica* do que aplicação parcial.
3. A aplicação parcial da manipueira é mais eficiente na redução do número de galhas e produção de massa de ovos de *M. javanica*.
4. Concentrações de manipueira superiores a 20% apresentam eficiência na redução do fator de reprodução para *M. incognita*.
5. Concentrações de manipueira superiores a 70% dificultam a ação parasitária de *M. javanica* nas plantas de soja.
6. Estudos futuros em condições de campo com manipueira é de fundamental relevância para viabilizar o uso dessa substância em cultivos com soja.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAÃO, M.M.; MAZZAFERA, P. Efeitos do nível de inóculo de *Meloidogyne incognita* em algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.1, p.19-26, 2001.
- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. Burlington: Elsevier Academic, 2005. 922 p.
- ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C. Doenças de Soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. CAMARGO, L.E.A. (Ed.) **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2. p.69-588, 2005.
- ALMEIDA, F.A.; PETTER, F.A.; SIQUEIRA, V.C.; ALCÂNTARA NETO; F.; ALVES, A.U.; LEITE, M.L.T. Modos de preparo de extratos vegetais sobre *Meloidogyne javanica* no tomateiro. **Nematopica**, USA, v.42, n.1, p.9-15, 2012.
- ALMEIDA, N.S.; CARMO, D.O.; SOUZA, J.T.; SOARES, A.C.F. Efeito da manipueira no controle de *Scutellonema bradys* e na germinação de túberas de inhame. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, p.234, 2007. Suplemento.
- ALVES, E.C.; SANTIAGO, A.D.; ELOY, A.P.; AMORIM, E.P.R. Efeito tóxico da manipueira sobre *Scutellonema bradys*, causador da “casca-preta” no inhame (*Dioscorea cayennensis*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, p.349, 2006. Suplemento.
- ALVES, F.C. **Influência do parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii* em abacaxizeiros**. 2012. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- ALVES, T.C.U.; SILVA, R.A.; BORGES, D.C.; MOTTA, L.C.C.; KOBAYASTI, L. Reação de cultivares de soja ao nematóide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus*. **Revista Biodiversidade**, Mato Grosso, v.10, n.1, p.73-79, 2011.
- ARAÚJO, F.F.; BRAGANTE, R.J.; BRAGANTE, C.E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.2, p. 220-224, 2012.
- BALDIN, E.L.L.; WILCKEN, S.R.S.; PANNUTI, L.E.R.; SCHLICK-SOUZA, E.C.; VANZEI, F.P. Uso de extratos vegetais, manipueira e nematicida no controle do nematoide das galhas em cenoura. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v.38, n.1, p.36-41, 2012.
- BARBOSA, K.A.G.; SEIL, A.H.; ROCHA, M.R. TEIXEIRA, R.A.; SANTOS, L.C.; ARAÚJO, F.G. Interação entre herbicidas e cultivares de soja sobre o nematoide de cisto *Heterodera glycines*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.1, p. 154-163, 2014.

BARBOSA, L.M. AMORIM, E.P.R.; COSTA, V.K.S.; PEIXINHO, G.S. Efeito de extratos vegetais sobre *Scutellonema bradys*, agente causal da casca preta do inhame. **Tropical Planta Pathology**, v. 33 (Resumo), p.119, 2008.

BARBOSA, L.F.; AMORIM, E.P.R.; COSTA, V.K.S.; PEIXINHO, G.S. Efeito de extratos vegetais sobre *Scutellonema bradys*, agente causal da casca preta do inhame. **Tropical Planta Pathology**, v.33, p.73-78, 2000.

BARBOSA, V.M. Trajetória do Biodiesel da soja: **Questões ambientais, disponibilidade alimentar e constrangimentos ao PNPB**. 2011. 112f. Dissertação (Mestrado em energia) - Universidade Federal do ABC, Santo Andre, 2011.

BEGUM, Z.; SHAUKAT, S.S.; SIDDIQUI, I.A. Suppression of *Meloidogyne javanica* by *Conyza canadensis*, *Blumea obliqua*, *Amaranthus viridis* and *Eclipta prostrata*. **Pakistan Journal of Plant Pathology**, v.2, n.3, p.174-180, 2003.

BLACK, R.J. **Complexo soja**: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, p.1- 18, 2000.

BONETTI, L.P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In : MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p.1-6, 1981.

BRUINSMA, J.S. **Avaliação de métodos para o estudo da resistência de genótipos de soja a *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood**. 2013. 59 p. Dissertação (mestrado em agrobiologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

CÂMARA, G.M.S. **Introdução do agronegócio soja**. Departamento de Produção Vegetal. ESALQ, LPV 584. Piracicaba, nov/2011. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv584/584%20Soja%2001%20-%20Apostila%20Texto%20%20Agronegocio%20Soja%202011.pdf>>. Acesso em: 09 jan. de 2016.

CAMARA, G.R. **Toxicidade de manipueira sobre *Meloidogyne* spp.** 2015. 48f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

CAMPOS, V.P. Doenças causadas por nematóides em tomate. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; COSTA, H. (Ed.) **Controle de doenças de plantas – hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000, p.801-841.

CARDOSO, P.C.; ASMUS, G.L.; GONÇALVES, M.C. Efeito da concentração de inóculo sobre a reprodução de *Rotylenchulus reniformis* em cultivares de Soja. **Revista Agrariam**, Dourados, v.3, n.7, p.51-55, 2010.

CASSONI, V.; CEREDA, M.P. Avaliação do processo de fermentação acética da manipueira. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v.26, n.4, p.101-113, 2011.

CEREDA, M.P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M.P. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Cargill, p.13-37, 2001.

CEREDA, M.P. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, São Paulo: Fundação Cargill, p.320, 2000.

CHAVES, A.; PEDROSA, E.M.R.; MELO, L.J.O. Efeito de Carbofuran, torta de filtro e variedades sobre a densidade populacional de fitonematóides em áreas com mau desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.28, n.1, p. 101-103, 2004.

CHITWOOD, D.J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.40, p.221-249, 2002.

COBER, E.R.; CIANZION, S.R.; PANTALONE, V.R.; RAJCAN, I. 2009. Soybean. In: **Oil Crops**. VOLLMANN, J. e RAJCAN, I. (eds). Springer, New York, USA. p:57-90.

COIMBRA, J.L.; SOARES, A.C.F.; GARRIDO, M.S.; SOUSA, C.S.; RIBEIRO, F.L. B. Toxicidade de extratos vegetais a *Scutellonema bradys*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Goiânia, v.41, p.1209-1211, 2006.

COIMBRA, J.L.; CAMPOS, V.P. Efeito de exsudatos de colônias e de filtrados de culturas de actinomicetos na eclosão, motilidade e mortalidade de juvenis do segundo estágio de *M. javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n.3, p.232-238, 2005.

COMERLATO, A.P. **Efeito de manipueira no controle do nematóide de cisto da soja *Heterodera glycines* Ichinohe**. 2009. 47 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, v.2, safra 2014/2015, nono levantamento, p.1-104, junho 2015. Brasília: CONAB, 2015.

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

CORDEIRO, M.J.Z.; MATOS, A.P.; KIMATI, H. Doenças da bananeira. In: KIMATI H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (eds.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, p.99-117, 2005.

COSTA, D.C.; PAULUCIO, V.O.; ALVES, F.R.; CAMARA, G.R.; RODRIGUES, L.L. **Fitonematoides de importância econômica na cultura do abacaxi**. In: TOMAZ,

M.A.; AMARAL, J.F.T.; OLIVEIRA, F.L.; COELHO, R.I. Tópicos especiais em produção vegetal IV. Alegre: UFES, Centro de Ciências Agrárias, p.276-292, 2013.

COSTAMILAN, L.M. **Estresses ocasionados por doenças e por nematoides**. In: BONATO, E.R. Estresses em soja. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p.145-200.

CUNHA, J.M.; LIMA, R.D.; CARNEIRO, R.M.D.G. Variabilidade isoenzimática de populações de *Meloidogyne* spp. provenientes de regiões brasileiras produtoras de soja. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.27, n.1, p.1-12, jan. 2003.

DAMASCENO, J.C.A.; RITZINGER, C.H.S.P.; RITZINGER, R.; VIEIRA, R.S.; LEDO, C.A.S. **Ação da manipueira no controle de nematóides em mudas de mamoeiro**. In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 2008, Vitória - ES. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 2008.

DIAS, W.P.; ASMUS, G.L.; SILVA, J.F.V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G.E.S. Nematóides. In: ALMEIDA, A.M.R.; Seixas, C.D.S. (Ed.) Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações como manejo do solo e da cultura. **Embrapa Soja**: Londrina, 2010. p.173-206.

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

DIAS, W.P.; ORSINI, I.P.; RIBEIRO, N.R.; PARPINELLI, N.M.B.; FREIRE, L.L.; Hospedabilidade de plantas daninhas a *Pratylenchus brachyurus*. **Anais**, XXX Congresso Brasileiro de Nematologia, Uberlândia, MG, 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.

DIAS, W.P.; SILVA, J.F.V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G.E.S. Nematóides de importância para a soja no Brasil. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2006**. Fundação MT. Rondonópolis. 2005, p.139-151.

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

EMBRAPA. Sistema de produção da soja número 13: Tecnologia de produção de soja – Região Central do Brasil 2009 e 2010. **Embrapa Soja**. Outubro de 2008. Capítulos 11.

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

ESTEVEZ, R.L. **Controle alternativo de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro com aplicação de manipueira.** 2008. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

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

FERRAZ, L.C.C.B.; MONTEIRO, A.R. Nematoides. In: AMORIM, L.; KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos.** 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011, p.168-199.

FERRAZ, L.C.C.B. O nematóide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, edição 96, p.23-27, 2006.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G. Use of antagonistic plants and natural products. In: CHEN, Z.X.; CHEN, S.Y.; DICKSON, D.W. (Eds.) **Nematology: Advances and perspectives.** Wallingford UK. CABI. 2004, p.931-960.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo sustentável de fitonematoides.** 1. ed. Viçosa-MG: UFV, p.304, 2010.

FERRIS, H.; ZASADA, I.A.; Nematode suppression with brassicaceous amendments: application based glucosinolate profiles. **Soil Biology & Biochemistry**, v.36, p.1017-1024, 2004.

FIORETTO, R.A. **Uso direto da manipueira em fertirrigação.** Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. São Paulo: Cargill, p.13-37, 2001.

FIORETTO, R.A.; BRINHOLI, O. Possibilidade de controle de plantas invasoras com a aplicação de manipueira. **Energia na Agricultura**, v.2, p. 3-9, 1985.

FONSECA, R.G. **comportamento de híbridos de milho, em sucessão a soja ao nematoide *Pratylenchus brachyurus*,** 2012. 49 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

FREIRE, F.C.O. **Uso da manipueira no controle do oídio da cerigueleira:** resultados preliminares. Fortaleza, 2001. (Comunicado Técnico, 70).

FORMENTINI, H.M.; CRUZ, M.I.F.B.; SEIFER, K.; NASU, E.C.G.; PIO, R.; FURLANETTO, C. Controle de *Meloidogyne incongita* em plantas de figo da cultivar Roxo de Valinhos com aplicação de manipueira. In: XLI Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2008, Belo Horizonte/MG. **Tropical Plant Pathology**, v.33, p.57-257, 2008.

FRANCO, A.; PONTE, J.J.; SILVA, R.S; SANTOS, F.A.M. Dosagem de manipueira para tratamento de solo infestado por *Meloidogyne*: Segundo experimento. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.15, p.25-32, 1990.

FREITAS, L.G; OLIVEIRA, R.D; FERRAZ, S. **Introdução a Nematologia**. Cadernos didáticos, 90 p. Viçosa: UFV, 2009.

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, 2011.

GARDIANO, C.G.; FERRAZ, S.; LOPES, E.A.; FERREIRA, P.A.; CARVALHO, S.L.; FREITAS, L.G. Avaliação de Extratos Aquosos de Espécies Vegetais, Aplicados Via Pulverização Foliar, Sobre *Meloidogyne javanica*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34, n.4, p. 376-377, 2008.

GOMMERS F.J. Biochemical interactions between nematodes and plants and their relevance to control. **Helminthological Abstracts**, v.50, p.9-24, 1981.

GRABOWSKI, M.M.S.; DAVI, J.J.S.; NASU, E.C.G.; LAYTER, N.A.; SEIFER, K.; FURLANETTO, C. Efeito da manipueira produzida na região Oeste do Paraná, no controle do nematóide *Tubixaba tuxaua*. In: XL Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2007, Maringá-PR. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, p.178, 2007.

HANDOO, Z. A, GOLDEN M. A. A key and diagnostic compendium to the species of the genus *Pratylenchus* Filipjev. **Journal of Nematology**, College Park, v.21, n.2, p. 202-218, 1989.

HEALD, C.M.; THAMES, W.H. The reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. In: RIGGS, R.D. **Nematology in the Southern Region of the United States**, (Southern Cooperative Series. Bulletin, 276). Fayetteville: Arkansas Experiment Station, 1982. p.139-143.

INOMOTO, M.M.; ASMUS, G.L. Controle de nematoides une resistência, rotação e nematicidas. **Visão Agrícola**, São Paulo, v.6, p.47-50, 2006.

JAVED, N.; GOWEN, S.R.; INAM-UL-HAQ, M.; ABDULLAH, K.; SHAHINA, F.A. Persistent effect of neem (*Azadirachta indica*) end formulations against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, p. 911-916, 2008.

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

LOPES, E.A.; FERRAZ, S.F.; FERREIRA, P.A.; FREITAS, L.G.; DHINGRA, O.D.; GARDIANO, C.G.; CARVALHO, S.L. Potencial de isolados de fungos nematófagos no controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.31, n.2, p.20-26, 2007.

LOPES, J.C.; MARTINS FILHO, S.; TAGLIAFERRE, C.; RANGEL, O.J.P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.51-58, 2002.

MAGALHÃES, C.P. **Estudos sobre as bases químicas da toxicidade da manipueira a insetos, nematóides e fungos**. 1993. 117 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MANZOTTE, U.; DIAS, W.P.; MENDES, M.L.; SILVA, J.F.V.; GOMES, J. Reação de híbridos de milho a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.26, n.1, p.105-108, 2002.

MCCMAHON, J.M.; WHITE, W.L.B; SAYRE, R.T. Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Experimental Botany**, v.46, n.288, p.731-741, 1995.

MORALES, A.M.R. **Análise da expressão de genes relacionados à resistência a *Meloidogyne javanica* em soja, através da técnica de pcr em tempo real**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agromia) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

MORDUE, A.J.; NISBET, A.J. *Azadirachtin* from the neem tree *Azadirachata indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, p. 615-632, dez. 2000.

MOURA, A.M.; SILVA, E.G.; LIMA, R.F. Ocorrência dos fitonematóides *Pratylenchus zeaee* *Meloidogyne* spp. Em cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p.101-103, 2000.

NASU, E.G.C. **Composição química da manipueira e a sua potencialidade no controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro no Oeste do Paraná**. 2008. 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Cascavel.

NASU, E.G.C.; PIRES, E.; SANTANA, H.; FORMENTINI, H.; FURLANETTO, C. Efeito da manipueira, produzida no Oeste do Paraná, no controle de *Meloidogyne incognita*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, p.178, 2007.

NASU, G.C.; PIRES, E.; FORMENTINI, H.M.; FURLANETTO, C. Efeito de manipueira sobre *Meloidogyne incognita* em ensaios in vitro e em tomateiros em casa de vegetação. **Tropical Plant Pathology**, Viçosa, v.35, n.1, p.032-036, 2010.

NETO, A.N.S.; OLIVEIRA, E; OLIVEIRA, A.B.; GODOI, C.R.C.; PRADO, C.L.O.; PINHEIRO, J.B. Desempenho de linhagens de soja em diferentes locais e épocas de semeadura em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.2, p.103-108, 2005.

NOGUEIRA, M.A.; OLIVEIRA, J.S.; FERRAZ, S. Nematicidal hydrocarbons from *Mucuna aterrima*. **Phytochemistry**, v.42, n.4. p.997-998, 1996.

NUNES, J.L.S.; **Soja**, 2013. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/culturas/soja>>, Acesso em: 10 de jan. de 2016.

NUNES, T.H.; 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, p.403-409, 2010.

OLIVEIRA, F.S.; ROCHA, M.R.; REIS, A.J.S.; MACHADO, V.O.F.; SOARES, R.A.B. Efeito de produtos químicos e naturais sobre a população de nematóide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.3, p.171-178, 2005.

OOSTENBRINK, R. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededeelingen der Landbouw-Hoogeschool**, Wageningen, v.66, p.1-46, 1966.

PACHECO, L.P.; MONTEIRO, M.M.S.; SILVA, R.F.; SOARES, L.S.; FONSECA, W.L.; NÓBREGA, J.C.A.; PETTER, F.A.; NETO, F.A.; OSAJIMA, J.A. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura no Cerrado piauiense. **Bragantia**, v.72, n.1, p.237-246, 2013.

PAIVA, B.M.; ALVES, R.M.; HELENO, N.M. Aspecto socioeconômico da soja. **Informe Agropecuário**, Minas Gerais, v.27, n.230, p.7-14, 2006.

PIMENTA, C.A.M.; CARNEIRO, R.M.D.G. Utilização *Pasteuria penetrans* em controle biológico de *Meloidogyne javanica* em duas culturas sucessivas de alface e tomate. Brasília: **EMBRAPA**, p.36, 2005.

PIMENTEL, M.S.; PEIXOTO, A.R.; PAZ, C.D. Potencial de controle biológico de *Meloidogyne* utilizando fungos nematófagos e bactérias em cafeeiros. **Coffee Science**, v.4, n.1, p.84-92, 2009.

PIMENTEL, M.S.; PEIXOTO, A.R.; PAZ, C.D. Potencial de controle biológico de *Meloidogyne* utilizando fungos nematófagos e bactérias em cafeeiros. **Coffee Science**, v.4, n.1, p.84-92, 2009.

PONTE, J.J. Uso da manipueira como insumo agrícola: Defensivo e Fertilizante. In: Cereda, M. P. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. p.80-95.

PONTE, J.J.; FRANCO, A. Manipueira, um nematicida não convencional de comprovada potencialidade. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, Piracicaba, v.5, p.25-33, 1981.

RITZINGER, C.H.S.P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.331-338, 2006.

SANTOS, D.F. **Reação de cultivares de soja a *Meloidogyne morocciensis***. 2011. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, Distrito Federal.

SANTOS, J.M. Os nematoides de galha que infectam o cafeeiro no Brasil. In: Reunião itinerante de fitossanidade do instituto biológico, 4. In: Encontro sobre doenças e pragas do cafeeiro, 5, 2001, Ribeirão Preto. **Anais ...** Ribeirão Preto: Instituto Biológico, 2001. p.10-20.

SANTOS, T.F.S. **Metodologia de avaliação a *Pratylenchus brachyurus* e reação de genótipos de soja aos nematoides das galhas e das lesões**. 2012, 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis.

SANTOS, T.F.S.; RIBEIRO, N.R.; POLIZEL, A.C.; MATOS, D.S.; FAGUNDES, E.A.A. Controle de *Pratylenchus brachyurus* em esquema de rotação/sucessão com braquiária e estilosantes. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 248-254, 2011.

SEDIYAMA, T. (Org.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. 1. ed. Londrina, PR: Mecenas, 2009, v.1, 314 p.

SHAUKAT, S.S.; SIDDIQUI, I.A.; KHAN, G.H.; ZAKI, M.J. Nematicidal and allelopathic potential of *Argemone mexicana*, a tropical weed. **Plant and soil**, v.245, n.2, p.239-247, 2002.

SILVA, G.S.; SANTOS, J.M.; FERRAZ, S. Novo método de colaração de ootecas de *Meloidogyne* sp. **Nematologia Brasileira**, v.12, p.6-7, 1988.

SOUSA, L.B.; CAVALCANTE, A.K.; HAMAWAKI, O.T.; ROMANATO, F.N. Desempenho produtivo de linhagens de soja em ensaio regional. **Resumo Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.4, p.195-199, 2010.

SOYATECH: **Soy facts**. 2012. Disponível em: <[http://www.soyatech.com/soy\\_facts.htm](http://www.soyatech.com/soy_facts.htm)>, Acesso em 10 jan. de 2016.

STOLF, E.C. **Efeito de fungos endofíticos sobre o desenvolvimento de nematoides da bananeira (*Musa spp.*)**. Florianópolis, 2006. Disponível em: <<http://cca.ufsc.br/Projetos/Elaine%20Cristina%20Stolf%202005>>, Acesso em 10 jan. de 2016.

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

TRUDGILL, D.L. Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. **Annual Review of Phytopatology**, v.29, n.1, p.167-192, 1991.

VAZ, M.V.; CANEDO, E.J.; MACHADO, J.C.; VIEIRA, B.S.; LOPES, E.A. Controle biológico de *Meloidogyne javanicae* *Meloidogyne incognita* com *Bacillus subtilis*. **Perquirere**, Patos de Minas, v.1 n.8, p.203-212, 2011.

VILAS-BOAS, L.C.; TENENTE, R.C.V.; GONZAGA, V.; NETO, S.P.S.; ROCHA, H.S. Reação de clones de bananeira (*Musa* spp.) ao nematóide *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, Raça 2. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, 2002.

YORINORI, J.T. Riscos de surgimento de novas doenças na cultura da soja. In: Congresso de tecnologia e competitividade da soja no mercado global, 1., 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Fundação MT, p.165-169, 2000.

ZAMBIASI, T.; BELOT, J.L. Proteção integrada. **Cultivar (Grandes Culturas)** - Caderno Técnico: Pragas. 2010.