

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

**SUPRESSIVIDADE DE NEMATÓIDES DAS LESÕES E DAS GALHAS COM
VINHAÇA NA CULTURA DA SOJA**

MARIA LÚCIA TIBURTINO LEITE

BOM JESUS-PI
2017

**SUPRESSIVIDADE DE NEMATOIDES DAS LESÕES E DAS GALHAS COM
VINHAÇA NA CULTURA DA SOJA**

MARIA LÚCIA TIBURTINO LEITE

Licenciatura em Ciências Biológicas

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 (Produção vegetal).

Ficha Catalográfica

Leite, Maria Lúcia Tiburtino.

Supressividade de nematódes das lesões e das galhas com
vinhaça na cultura da soja. Maria Lúcia Tiburtino Leite – Bom Jesus –
PI. 73 páginas, 2017.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus
Professora Cinobelina Elvas, na área de concentração (Produção vegetal).

Orientação: Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida

1. Palavras – Chave: *Glycine max*, *Pratylenchus brachyurus*,
Meloidogyne javanica, *M. incognita*, subproduto sucroalcooleiro.

CDD. xxx

**SUPRESSIVIDADE DE NEMATOIDES DAS LESÕES E DAS GALHAS COM
VINHAÇA NA CULTURA DA SOJA**

POR

MARIA LÚCIA TIBURTINO LEITE

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

Aprovada em: 31/ 05/ 2017

Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida (Orientador)
UFCG - CCTA

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

Prof. Dr. Anielson dos Santos Souza (Examinador externo)
UFCG - CCTA

Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá (Examinador externo)
UFCG - CCTA

*Ao meu esposo, Fernandes Almeida e as
minhas filhas, Maria Fernanda, Sophia e
Lavínia, pelo Amor, força, e carinho,
incentivando-me e apoiando-me na
realização desse trabalho.*

DEDICO

AGRADECIMENTO

A Deus por ter me dado o dom da vida, por estar sempre presente, através da minha fé e, por permitir-me concluir esse objetivo.

Ao meu esposo, Fernandes Almeida, pelo Amor, compreensão, dedicação, apoio e companheirismo dedicados em todos os momentos vividos em nossa trajetória, onde na luta por esse ideal, em especial, foi sempre presente e o meu maior encorajador.

As minhas filhas, Maria Fernanda Almeida Tiburtino, Sophia Almeida Tiburtino e Lavínia Almeida Tiburtino, pelo o Amor, paciência, compreensão, cumplicidade e aceitação da minha ausência, na busca desse ideal.

Aos meus queridos pais, Simão Tiburtino e Joana Martins, pelas orações, pelo apoio e carinho que sempre me proporcionaram em todas as minhas conquistas.

Aos meus irmãos, pelo apoio dado durante esta jornada.

Ao meu professor orientador, Fernandes Antonio de Almeida, pela oportunidade, orientação, paciência, profissionalismo, amizade e dedicação durante todas as etapas da produção desse trabalho de dissertação.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Fitopatologia, Wérverson Fonseca de Lima, Augusto de Oliveira, pela amizade, apoio, disponibilidade, responsabilidade e pela incansável ajuda com que se dispuseram durante toda a execução desse trabalho e, a Jeissica Taline Prochnow pela contribuição dada no decorrer dessa pesquisa.

A Universidade Federal do Piauí-UFPI. Ao Campus Professora Cinobelina Elvas, pelos conhecimentos transmitidos e na realização desse ideal.

A CAPES pelo apoio financeiro disposto ao longo do curso.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia-Fitotecnia do Campus Professora Cinobelina Elvas, pelos ensinamentos relevantes à minha formação e qualificação profissional e pessoal.

Aos colegas do mestrado, em especial, Wérverson Fonseca, Tiago Oliveira, Larisse Pinheiro e Tanira Ribeiro, por tudo que passamos e compartilhamos juntos, possibilitando meu crescimento profissional e pessoal.

Enfim, a todos, que direta ou indiretamente deram sua contribuição para a execução desse trabalho, meu eterno agradecimento.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Maria Lúcia Tiburtino Leite, nasceu no dia 20 de março de 1971, na cidade de Olho D'água, Paraíba. Filha de Simão Tiburtino Leite e Joana Martins de Araújo. Na mesma cidade, concluiu o Ensino Fundamental nas Escolas Pe. Cônego Manoel Otaviano e Antonio Avelino de Almeida. No Ensino Médio, concluiu sua formação básica no Colégio Estadual Pedro Aleixo, na cidade de Patos, Paraíba. Em agosto de 2010, iniciou o Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas – pela Universidade Federal do Piauí - Campus Professora Cinobelina Elvas (UFPI/CPCE), na cidade de Bom Jesus, no estado do Piauí. No decorrer do Curso de Graduação, participou de Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID e, desenvolveu pesquisas na área de manejo alternativo com fitonematóides. Obteve o título em Licenciatura em Ciências Biológicas em março de 2015. No mesmo mês, iniciou o Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Fitotecnia-UFPI/CPCE, desenvolvendo suas pesquisas na área de proteção de plantas, com ênfase em fitonematologia, obtendo o título de Mestre em Agronomia-Fitotecnia em maio de 2017.

SUMÁRIO

Resumo	i
Abstract.....	ii
Lista de Tabelas	iii
Lista de Figuras	iv
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. Importância econômica da soja no Brasil.....	7
2.2. Riscos fitossanitários na cultura da soja.....	9
2.3. Importância dos fitonematoides na cultura da soja	12
2.3.1. Nematóide de cistos: <i>Heterodera glycine</i>	13
2.3.2. Nematóides das galhas: <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>Meloidogyne incognita</i>	14
2.3.3. Nematóides das lesões radiculares: <i>Pratylenchus brachyurus</i>	15
2.4. Manejo habitual dos fitonematoides.....	16
2.5. Manejo alternativo dos fitonematoides, com extratos vegetais.....	20
2.6. Manejo alternativo dos fitonematoides, com vinhaça.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Localização e caracterização da área experimental	24
3.2. Tratamentos do solo	24
3.3. Obtenção e multiplicação dos nematoides	24
3.4. Obtenção da vinhaça.....	26
3.5. Instalação dos experimentos	26
3.5.1. Primeiro experimento: <i>Pratylenchus brachyurus</i>	26
3.5.2. Segundo experimento: <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>Meloidogyne javanica</i>	27
3.5.3. Condução dos experimentos.....	27
3.6. Variáveis avaliadas	29
3.6.1. Primeiro experimento: <i>Pratylenchus brachyurus</i>	29
3.6.1.1. Variáveis agronômicas.....	29
3.6.1.2. Variáveis de parasitismo.....	29
3.6.2. Segundo experimento: <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>Meloidogyne javanica</i>	31
3.6.2.1. Variáveis agronômicas.....	31
3.6.2.2. Variáveis de parasitismo.....	31
3.7. Análise estatística	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Primeiro experimento: toxicidade de vinhaça sobre <i>Pratylenchus brachyurus</i> na soja.....	33
4.2. Segundo experimento: toxicidade de vinhaça sobre <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>Meloidogyne javanica</i> na soja.....	39
5. CONCLUSÕES.....	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

RESUMO

Leite, Maria Lúcia Tiburtino, Universidade Federal do Piauí, maio de 2017. **Supressividade de nematóides das lesões e das galhas com vinhaça na cultura da soja.** Orientador: Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida.

Nas últimas décadas, é crescente a busca por métodos alternativos que possibilitem o controle de diferentes pragas agrícolas, como os fitonematoides. Entre as alternativas, a vinhaça, subproduto do processo da destilação e fermentação da cana-de-açúcar na produção do etanol, se destaca pela alto teor nutricional e fonte alternativa no controle de pragas. Objetivou-se com o estudo, avaliar o potencial de vinhaça aplicada ao solo, visando ao controle de *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*, na cultura da soja. Foram realizados dois experimentos 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. No primeiro ensaio utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 11), constituído por duas formas de aplicação de vinhaça (única (100 mL) e dividida (50 mL + 50 mL), em dez concentrações de vinhaça (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% e 100%), mais uma testemunha com 100 mL de água destilada, com cinco repetições, totalizando em cento e dez parcelas. Para ambos os ensaios, as plantas de soja foram inoculadas com suspensão de 4.000 ovos/juvenis de *P. brachyurus*, *M. incognita* e *M. javanica*, separadamente. Aos 60 dias, após a primeira aplicação da vinhaça, foram avaliadas as variáveis agrônômicas e do parasitismo dos ensaios. A aplicação única de vinhaça promoveu maior crescimento e desenvolvimento radicular das plantas infestadas com *P. brachyurus*. No parasitismo a aplicação dividida foi mais eficiente na redução de juvenis na raiz e nematoides por grama de raiz, onde as concentrações de vinhaça, suficientes para reduzir a população de 50% (CL₅₀) dos nematoides, foram de 10,22% e 7,23%, respectivamente. Já para as demais variáveis, nematoides por grama de raiz (73,97%), ovos na raiz (86,62%) e nematoides total na raiz e no solo (67,90%), a maior redução foi observada nas concentrações a 20%, 20% e 30% de vinhaça, respectivamente. Para o segundo ensaio, foi avaliado o comportamento de parasitismo dos nematoides de galhas, empregando um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com cinco repetições, em esquema fatorial (2 x 6), totalizando em sessenta parcelas, sendo duas espécies de nematoides (*M. incognita* e *M. javanica*), sob aplicação de vinhaça, em cinco concentrações (20; 40; 60; 80 e 100%) e uma testemunha (água destilada-100 mL). A vinhaça assegurou as maiores médias para volume radicular e massa fresca de raiz, em plantas inoculadas com *M. incognita*, com respectivos ganhos de 24,33% e 14,92%, em relação às plantas inoculadas com *M. javanica*. A concentração superior a 60% influenciou negativamente em todas as variáveis agrônômica da soja. Quanto ao parasitismo, observou-se interação entre os fatores, com efeito significativo (p<0,01) para a maioria das variáveis analisadas, com exceção do número de ovos no solo. A concentração equivalente a 60% de vinhaça promoveu redução acentuada do parasitismo dos nematoides de galhas na soja. Dessa forma, a vinhaça demonstrou potencialidade como nematicida.

Palavras Chave: *Glycine max*, *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*, subproduto sucroalcooleiro.

ABSTRACT

Leite, Maria Lúcia Tiburtino, Federal University of Piauí, may 2017. **Suppressivity of nematode lesions and root-knot with vinasse in soybean.** Advisor: Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida.

In the last decades, increasing the search for alternative methods that allow the control of different agricultural pests, such as phytonematoids, is increasing. Among the alternatives, vinasse, a byproduct resulting from the distillation and fermentation process of sugarcane in ethanol production, stands out for its high nutritional content and secondary compounds, which are important in pest control. The objective of this study was to evaluate the potential of vinasse applied to the soil, aiming at the control of *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*, in the soybean crop. Two experiments were performed in greenhouse conditions and plant pathology Laboratory, at the Campus Professor Cinobelina Elvas of the Federal University of Piauí, from march to august 2015. The first test was conducted in a completely randomized design, in a factorial scheme (2 x 11), consisting of two forms of vinasse (single (100 mL) and divided (50 mL + 50 mL)), in ten concentrations of vinasse (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% and 100%) plus one control with 100 mL distilled water, with five replicates, totaling one hundred and ten Plots. For both trials, soybean plants were inoculated with 4,000 eggs / juveniles suspension of *P. brachyurus*, *M. incognita* and *M. javanica*, separately. At 60 days after the first vinasse application, the agronomic and parasitism variables of the trials were evaluated. The unique application of vinasse promoted greater growth and root development of plants infested with *P. brachyurus*. In the parasitism the split application was more efficient in the reduction of juveniles in the root and nematodes per gram of root, where the concentrations of vinasse sufficient to reduce the 50% (LC50) population of the nematodes were 10.22% and 7.23%, respectively. For the other variables, nematodes per root grass (73.97%), root eggs (86.62%) and total root and soil nematodes (67.90%), the largest reduction was observed at concentrations 20%, 20% and 30% of vinasse, respectively. For the second trial, the parasitism behavior of the gall nematodes was evaluated using a completely randomized experimental design, with five replications, in a factorial scheme (2 x 6), totaling sixty plots, two nematode species (*M. incognita* e *M. javanica*) under application of vinasse in five concentrations (20%; 40%; 60%; 80% e 100%) and a witness (distilled water-100%). The vinasse assayed the highest averages for root volume and fresh root mass in plants inoculated with *M. incognita*, with respective gains of 24.33% and 14.92%, in relation to the plants inoculated with *M. javanica*. The concentration above 60% negatively influenced all agronomic variables of soybean. As for parasitism, there was an interaction between the factors, with a significant effect ($p < 0.01$) for all variables analyzed, except for the number of eggs in the soil. The concentration equivalent to 60% of vinasse promoted a marked reduction in the parasitism of the galls nematodes in soybean. In this way, the vinasse demonstrated potential as a nematicide.

Key-words: *Glycine max*, *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*, sugar and alcohol subproduct

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para variáveis agronômicas: Comprimento radicular (cm), volume radicular (cm²) e massa fresca radicular (g) de plantas de soja inoculadas com *P. brachyurus*, em função das formas de aplicação (FA) e concentrações de vinhaça (CCv).....33

Tabela 2. Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as variáveis do parasitismo de *P. brachyurus* em plantas de soja, em função das formas de aplicação (FA) e concentrações de vinhaça (CCv).....35

Tabela 3. Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as variáveis agronômicas: Comprimento radicular (cm), volume radicular (cm²) e massa fresca radicular (g) de plantas de soja inoculadas com *M. incognita* e *M. javanica*, em função das espécies de nematoides (EN) e das concentrações de vinhaça (CCv).....40

Tabela 4. Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as variáveis do parasitismo de *M. incognita* e *M. javanica* em plantas de soja, em função das espécies de nematoides (EN) e concentrações de vinhaça (CCv).....43

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Comprimento radicular de plantas de soja, em função das concentrações de vinhaça no manejo de *P. brachyurus*. ** significativo a 1% de significância.....34
- Figura 2.** Número de juvenis na raiz (A), nematoides por grama de raiz (B), número de juvenis no solo (C), nematoide total na raiz e no solo (D) de *P. brachyurus* em plantas de soja, em função das concentrações de vinhaça. ** significativo a 1%.....37
- Figura 3.** Número de ovos na raiz (E) e fator de reprodução (F), de *P. brachyurus* em plantas de soja, em função das formas de aplicação e concentrações de vinhaça. ** significativo a 1%.....38
- Figura 4.** Comprimento radicular (A), volume radicular (B) e massa fresca radicular (C) de plantas de soja, em função das concentrações de vinhaça no manejo de *M. incognita* e *M. javanica*. ** significativo a 1% de significância..... 42
- Figura 5.** Número de juvenis na raiz (A), nematoides por grama de raiz (B), número de juvenis no solo (C), número de galhas (D), número de ovos na raiz (E) e número de ovos no solo (F) de *M. incognita* e *M. javanica* em plantas de soja, em função das concentrações de vinhaça. ** significativo a 1%.....45
- Figura 6.** Fator de reprodução de *M. incognita* e *M. javanica* em plantas de soja, em função das concentrações de vinhaça. ** significativo a 1%.....48

1. Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), vem sendo a cultura mais explorada em todos os segmentos da atividade agrícola no Brasil, favorecida por alguns fatores relevantes como preço competitivo de commodity, desenvolvimento de tecnologia, que permite o plantio em todas as regiões do país, impulsionado ainda, por ampla necessidade de matéria prima nos vários segmentos industriais (GURGEL, 2007; BERGMANN, et al., 2013). Assim, hoje o Brasil se destaca no cenário mundial, como o segundo maior produtor e exportador dessa oleaginosa, o que corresponde no aumento de produtividade.

Contudo, devido às adversidades climáticas, as principais regiões produtoras foram afetadas, e apresentaram redução na sua produção. Além disso, com a crescente expansão da cultura, há um incremento de danos fitossanitários, provocados por diferentes agentes patogênicos, comprometendo a produtividade, bem como, a qualidade final do produto (EMBRAPA, 2008). De acordo com a Conab (2016), na safra 2015/2016, houve queda de 0,83% na produção nacional.

Entre os principais problemas fitossanitários crescente em todas as regiões produtoras de soja no Brasil, estão os fitonematoides, com riscos que limitam a produtividade da cultura (HENNING et al., 2005). Essas pragas causam grandes prejuízos às plantas, por parasitar o sistema radicular, comprometendo a absorção e translocação de água e nutrientes, além de predispô-las a doenças causadas por outros agentes (fungos e vírus), em função do seu desequilíbrio fisiológico (SILVA, 2011).

Os danos de grande expressão econômica e social na cultura da soja, provocados pelas principais espécies de nematoides encontradas no Brasil, podem alcançar prejuízos estimados em até 30% na produção anual (DIAS et al., 2010).

Mediante agressividade e relevância dos efeitos negativos sobre a cultura, diversos métodos de controle são empregados na tentativa de reduzir esses danos. Entre os principais métodos de manejo, destacam-se os nematicidas químicos, por apresentar resultados rápidos e ser de fácil manipulação. No entanto, sua recomendação vem sofrendo restrições em todo mundo, quanto à eficácia e pela inconstância dos resultados (BARROS et al., 2006).

O uso de cultivares resistentes é um dos métodos mais eficaz e econômico de evitar perdas ocasionadas pelos nematoides (ROBERTS, 2002). O processo de

resistência corresponde a capacidade da planta em suprimir ou restringir a multiplicação do patógeno (FERRAZ et al., 2010), mesmos em áreas com altos níveis de populações. No entanto, os efeitos podem ser conflitantes quando exploradas em diferentes áreas., em consequência de diversos fatores, como solo e condições edafoclimáticas, que interferem no comportamento parasitário do patógeno (FERREIRA, 2010). Nesse sentido, nem sempre é possível recomendar materiais com aparente resistência.

O esquema de rotação de culturas, também configura-se como importante possibilidade de manejo aos nematoides. Entre os materiais mais recomendados na rotação de cultura, estão às gramíneas, no entanto, algumas espécies de nematoides apresentam raças (CASELA, 2005), que podem se adaptar aos materiais, o que em alguns casos, termina facilitando o aumento ou a manutenção da população no campo (FERRAZ et al., 2012).

A utilização de substâncias naturais, tem-se mostrado promissoras com propriedades nematicidas, além de serem biodegradáveis. Martins e Santos (2016), com extratos vegetais de plantas medicinais, Gonçalves et al. (2016), com óleos essenciais e Fonseca et al. (2016), com manipueira, obtiveram resultados satisfatórios.

Nesse sentido, à busca por diferentes alternativas que possam auxiliar no manejo de patógenos, como os nematoides, e que apresentem baixa ação tóxica a biota do solo, é alvo de objeto de pesquisa em todo mundo. Dessa forma, é possível explorar todas as alternativas de produtos e subprodutos naturais, a exemplo da vinhaça, subproduto da cana-de-açúcar, rica em minerais e matéria orgânica.

Do ponto de vista do manejo fitossanitário com a utilização da vinhaça, as pesquisas são bastante limitadas. Pedrosa et al. (2005), destacam redução de nematoides de galhas em cana-de-açúcar, inibição do crescimento bacteriano (CIBIS et al., 2006) e efeitos alelopáticos sobre espécies de plantas daninhas (VOLL et al., 2004), são alguns resultados de eficiência que apontam a riqueza de exploração desse subproduto. Entretanto, não há registros com pesquisas científicas da aplicação de vinhaça na supressão de nematoides na cultura da soja.

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

2. Revisão bibliográfica

2.1. Importância econômica da soja no Brasil

A cultura da soja impulsionou nas últimas décadas o agronegócio no país, pelo elevado volume de comercialização, alta capacidade empresarial de administração da atividade por parte dos produtores, fornecedores de insumos, processadores da matéria-prima e negociantes, o que impulsionou ainda mais a competição na produção (PAULA e FAVERET FILHO, 2000). A soja se tornou a oleaginosa mais importante em produção sob cultivo extensivo, ou rotacional, produzindo mais proteína por hectare comparado as demais culturas (ZADINELLO et al., 2012).

O destaque da produção dessa leguminosa dar-se-á devido à grande diversidade como fonte de proteína para a alimentação humana, produção de biodiesel como alternativa energética, além de atender parte da cadeia produtiva na alimentação animal (KOLCHINSKI, et al., 2006). Acrescenta-se a isto o fato do alto valor proteico, aliado ao crescimento da população mundial que demanda por grandes quantidades de alimentos, incentivando maior oferta nos setores de importação e exportação e promovendo um crescimento anual significativo da área destinada ao seu cultivo (ZANELA et al, 2009).

O crescimento da produtividade desta cultura no Brasil tem relação direta com a geração de novas tecnologias, promovida pela qualidade da semente, manejo do solo, adubação e defensivos químicos, passando pelo emprego de máquinas e implementos mais modernos (MONTROYA, 2002). Essas condições proporcionaram o crescimento da produção, o que faz o país ocupar o segundo lugar entre os maiores produtores de soja do mundo, superado apenas pelos Estados Unidos, no que diz respeito à área plantada e produção total (CONAB, 2016).

Nos últimos anos, observou-se um crescimento gradativo da produção, onde na safra 2012/2013, foi plantada uma área com soja de 27,645 milhões de hectares, com um crescimento de 10,4%, em relação a safra anterior, ampliando em 2,603 milhões de hectares, alcançando uma produção na razão de mais de 81 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2013). Já na safra 2014/2015, o país produziu 95.80 milhões de toneladas, numa área plantada de 31,573 milhões de hectares (CONAB, 2014). A produção de soja na safra 2015/16, foi de 95,63 milhões de toneladas, em uma área

plantada de 33,25 milhões hectares, no entanto, mesmo com o aumento de área cultivada, houve uma queda de 0,83% em relação a safra anterior, em decorrência das adversidades climáticas nas regiões produtoras (CONAB, 2016). Porém, para a safra 2016/2017, a estimativa na projeção de crescimento é entre 6,5 a 8,5% na produção, podendo atingir de 101,6 a 103,5 milhões de toneladas (CONAB, 2016).

No Nordeste brasileiro, os únicos estados produtores de soja são: Bahia, Piauí e Maranhão, com participação correspondendo a 52,4%, 22,5% e 25,1%, respectivamente. Esses estados são responsáveis por 2.833,1 milhões de hectares e produção de 5,10 milhões de toneladas, o que corresponde a 5,4% da produção nacional (IBGE, 2016).

No estado do Piauí, a soja se tornou a principal cultura produzida. O incremento da produção deve-se à abertura de novas áreas plantadas e inovações tecnológicas, o que impulsionou ganho de produtividade, apesar das intempéries climáticas que vem ocorrendo ultimamente (CEPRO, 2014). Sua participação no cenário nacional corresponde a aproximadamente 2% da produção (CONAB, 2014). No entanto, o estado sofreu a maior perda já registrada na safra de 2015/2016, com redução de 35% da produção, consequência das condições climáticas ocorridas em todo nordeste. Nessas condições a safra 2015/2016, na região Nordeste, teve retração de 16,3% de área, o que corresponde a uma área de 564,118 mil hectares, alcançando produção de 5.107,10 mil toneladas (CONAB, 2016).

As exportações de soja, referentes aos grãos e seus derivados (óleo e farelo de soja), se destacaram como produto principal exportado em 2014, o que representou cerca de 14% de toda a exportação brasileira, ou seja, US\$ 31,41 bilhões, superior a produtos importantes como minérios, petróleo e combustíveis. Nesse sentido, o Produto Interno Bruto (PIB), foi estimado em US\$ 1,73 trilhão, e as exportações representaram 13,01% de todo o PIB brasileiro. Neste panorama, as exportações com produtos oriundos da soja representaram 1,81% do PIB brasileiro (CONAB, 2015).

A expectativa para safra 2016/17, é que o Brasil seja o maior exportador de soja no mundo, com 59,70 milhões de toneladas de soja em grãos exportados, com aumento de 1,62% em relação às exportações da safra 2014/15, que foram de 58,76 milhões de toneladas (CONAB, 2016).

2.2. Riscos fitossanitários na cultura da soja

A expansão da cultura da soja em todas as regiões do Brasil deu-se a vários fatores, tais como adaptação de novas cultivares a regiões de baixa latitude e resistência a algumas doenças, o que permitiu alcançar elevadas produtividades de grãos, e assim, se destacar no cenário mundial (BLACK, 2000). Porém, a cultura está sujeita a diversas intempéries que podem comprometer o desempenho produtivo. Como toda cultura de plantio sazonal em grandes áreas, as condições climáticas tornam-se um fator limitante, à qual vai estar exposta durante o seu desenvolvimento para a obtenção da máxima produtividade. Segundo Mondine et al., (2001), e Albrecht et al., (2008), as regiões aptas à cultura da soja são as que apresentam boa distribuição de precipitações pluviais, onde o ideal deve ficar entre 500 a 700 mm por ciclo, para que possa haver preenchimento total de suas necessidades hídricas.

No entanto, as condições climáticas não são exclusivamente os eventos responsáveis pelas perdas de produção, são relatadas ainda, perdas por ocorrência de pragas e doenças que aumentam todos os anos (FARIAS et al., 2001). Mesmo assim, existe relação direta entre condições climáticas e a presença de algumas doenças, como oídio, antracnose, mancha alvo, etc., devido à elevação da temperatura e umidade relativa do ar, favorecendo a ocorrência dessas doenças, além do surgimento de patógenos, antes considerados de natureza secundárias (FINOTO et al., 2011).

A cultura da soja está exposta ao ataque de diferentes espécies de insetos-praga, que podem variar em função dos tratos culturais empregados (STÜRMER et al., 2014), bem como, ao ataque de patógenos como fungos, bactérias, vírus e nematoides, interferindo no desenvolvimento das plantas, desde a parte aérea até o sistema radicular, comprometendo o rendimento e a qualidade de sementes e grãos (SINCLAIR e HARTMAN, 2008; DHINGRA et al., 2009). Ainda, as plantas daninhas são responsáveis por perdas na produtividade, devido principalmente, pela competição espacial por recursos naturais como luz, nutrientes e água, além de dificultarem a colheita. Atuam ainda como hospedeiras de pragas e doenças e exercem pressão de natureza alelopática. (PITELLI, 1985).

Mediante importância dos problemas fitossanitários, cerca de 40 doenças de pertinência econômica, já foram constatadas nas áreas de cultivo do Brasil (YORINORI, 2000). De acordo com Reis et al., (2011), esse número tende a aumentar

de forma acentuada, em função de alguns fatores como a expansão de novas áreas de plantio, seguido do monocultivo com cultivares susceptível, a técnica do plantio direto, áreas com desequilíbrio nutricional e as condições climáticas irregulares, que vem assolando as lavouras de soja nos últimos anos, assegurando maior atividade patogênica.

De maneira geral, as doenças de plantas causadas por fitopatógenos são provocadas principalmente por fungos, bactérias, nematóides e vírus, que levam a perdas na produção tanto nas fases de pré e pós-colheita, bem como, provocam prejuízo à aparência das plantas e/ou alteram suas características físicas e químicas (JUNQUEIRA et al., 2006). Geralmente, o processo infeccioso ocorre pela invasão dos tecidos vegetais, mediante a interação dos microorganismos com o hospedeiro, e ao colonizar a planta, remove dela os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento (BATISTA et al., 2007). Em estudos realizados pela Embrapa Soja (2010), mostram que os prejuízos gerados por doenças chegam a ordem de 15% a 20%, e algumas dessas patologias podem provocar perdas totais na área de produção, quando as doenças estão em associação aos fatores abióticos (JULIATTI et al., 2004).

Assim, pesquisas são realizadas com o objetivo de identificar e quantificar os principais agentes patogênicos da soja, responsáveis por prejuízos no desenvolvimento da cultura. Atualmente, entre os principais agentes patogênicos presentes nas regiões produtoras do Brasil, estão os fungos responsáveis pelas doenças como: ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow); oídio (*Erysiphe diffusa*); mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*); mancha parda (*Septoria glycines*), crestamento foliar de cercóspora (*Cercospora kikuchii*), podridão negra da raiz (*Macrophomina phaseolina*), podridão de fitóftora (*Phytophthora sojae*), mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) e antracnose (*Colletotrichum truncatum*) (SARTORATO e YORINORI, 2001; SOARES et al., 2004; HENNING, 2009; JULIATTE et al., 2013).

No entanto, outras doenças provocadas por patógenos de diferente natureza, têm ganhado notoriedade, como às fitobacterioses, destacando-se o crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*), considerada a mais comum, estando presente em todas as áreas de soja do mundo (HENNING et al., 2005). Esses mesmos autores, relatam que a ocorrência dessa doença se expressa com maior severidade e frequência, em regiões de clima temperado, onde a temperatura é mais amena, o que

tende a elevar a capacidade de destruição foliar. No Brasil, a grande maioria das cultivares é suscetível ao crestamento bacteriano, sendo já identificadas oito raças fisiológicas (R2, R3, R4, R6, R7, R10, R11 e R12), dentre as quais a R3 é a mais comum (EMBRAPA SOJA, 2007).

Segundo Kim et al. (2011), outra espécie bastante agressiva e comum, diz respeito a pústula bacteriana, (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*), disseminada especialmente pelas sementes, as quais não apresentam diferenças visíveis entre sadias e infectadas, sendo fonte de inóculo e responsável pela introdução do patógeno em novas áreas (VIOLATTI e TEBALDI, 2016). Os seus sintomas são semelhantes aos do crestamento bacteriano e da ferrugem-asiática, podendo causar confusão na identificação quando baseado na sintomatologia. Já a murcha de *Curtobacterium*, causada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, tem disseminação favorecida pelo vento, chuva, granizo, enxurradas e irrigações, com sintomas de necrose marginal nas folhas inferiores, e posteriormente, nas folhas superiores, a qual não é precedida por encharcamento (EPPO, 2011). Essa bactéria apresenta uma particularidade, que diz respeito à capacidade de resistência ao dessecação, podendo permanecer viável no solo por meses (COSAVE, 2003).

Outros agentes de grande relevância, responsáveis por danos consideráveis na cultura da soja, são os fitovírus, que podem ser transmitidos via sementes, e sobretudo, por vetores (insetos). Mesmo assim, são poucos os virologistas no Brasil que trabalham nessa linha de pesquisa. Porém, observam-se perdas significativas associadas ao efeito direto dos vírus sobre as plantas, reduzindo o rendimento, e em especial, sobre a qualidade das sementes colhidas (ALMEIDA, 2000). No Brasil, diversas viroses associadas a cultura da soja já foram identificadas, com destaque para: o mosaico comum, a necrose da haste, a queima do broto, o mosaico cálice, o mosaico anão, o mosaico crespo e o mosaico dourado (ALMEIDA, 2008). Dentre os vírus de maior destaque na soja em todo mundo, está o *Soybean mosaic virus* (SMV), do grupo *potyvirus*, transmitido por sementes de plantas infectadas e por um número grande de espécies de afídeos (BARROCAS e MACHADO, 2010).

Ainda, considerados de extrema significância a cultura da soja, são os fitonematoides, devido causa-lhe danos e perdas extremos na produção. Nas últimas décadas, os prejuízos nas lavouras de soja provocados pelos fitonematoides em todo

mundo, tem despertado o interesse de todos os seguimentos produtivos. Nesse sentido, foram catalogados todos os nematoides que inviabilizam a produtividade da cultura, com mais de 100 espécies distribuídos em cerca de 50 gêneros, presentes em todo mundo (EMBRAPA, 2015).

Os fitonematoides são parasitas obrigatórios e fazem dos vegetais a única fonte de alimento, provocando os mais variados sintomas e danos reflexos desse parasitismo, que compreende a formação de galhas em número e tamanhos variados, lesões radiculares, reduções na parte aérea e sistema radicular e manchas cloróticas nas folhas (INOMOTO et al., 2010). Embora as ocorrências dessas ações de parasitismo dependam de algumas condições de vulnerabilidade como: suscetibilidade do cultivar, condições ambientais, fertilidade do solo, raça fisiológica e densidade populacional do nematoide na área, o que pode desencadear perdas parcial ou total da produção (DHINGRA et al., 2009).

2.3. Importância dos fitonematoides na cultura da soja

A constatação dos primeiros indícios dos nematoides provocando perdas na cultura da soja no Brasil, coincide com o início da exploração da cultura como produto primário de expressão econômica, já no século XX, década dos anos 60, na região Sul do país (EMBRAPA, 2000).

No Brasil, tendo conhecimento da agressividade desses patógenos, pela alta incidência e perdas consideráveis na produção em todas as regiões (DIAS et al., 2010), algumas pesquisas foram realizadas com objetivo de identificar as principais espécies de maior ocorrência, onde foram constatados os nematoides de cisto da soja *Heterodera glycine* (Ichinohe, 1952); os formadores de galhas *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *Meloidogyne incognita* (Kofoid E White, 1919) Chitwood, 1949, e *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949; os das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & Stekhoven, 1941; e o reniforme *Rotylenchus reniforme* (Linford & Oliveira, 1940), considerados nematoides chave, para a cultura da soja (CARNEIRO et al., 2000; FERREIRA, 2010; NUNES et al., 2010; RIBEIRO et al., 2010).

2.3.1. Nematóide de cistos da soja: *Heterodera glycine*

Observado pela primeira vez no início do século XX, no Japão, o nematóide do cisto foi denominado na época de doença “nanico amarelo”, em função da principal característica sintomatológica observada (DHINGRA et al., 2009), caracterizada por porte reduzido das plantas e clorose na parte aérea, presente em reboleiras. No Brasil, o primeiro relato foi atribuído a Lima et al. (1992), na safra de 1991/1992, no estado de Minas Gerais, expandindo em pouco tempo para todas as regiões, presente em 10 estados (MG, MT, MS, GO, SP, PR, RS, BA, TO e MA) produtores do país.

Essa espécie é denominada de cisto, pela capacidade da fêmea se modificar devido a escassez de alimento e assim, garantir a viabilidade da espécie na área como forma de resistência (AGRIOS, 1997). Considerado endoparasita obrigatório de natureza sedentária, tem como característica o processo reprodutivo por anfimixia (cruzada), o que lhe garante maior variabilidade genética (SILVA et al., 2003), determinando a existência de raças, o que lhe confere a capacidade de reproduzir sobre uma série de genótipos de soja (DIAS et al., 2005). Alguns estudos divergem quanto ao número de ovos, que variam entre 200 a 250 que cada fêmea pode produzir, porém é consenso da grande maioria das pesquisas (EMBRAPA, 2008; DHINGRA et al., 2009), que tudo depende das condições ambientais, e sobretudo, da suscetibilidade da planta hospedeira.

Tendo em vista, o ciclo de vida dessa espécie ser considerada relativamente curto, entre 21 a 24 dias, sob condições de temperatura amena (25 °C), é possível que durante o mesmo ciclo da cultura da soja, o nematóide alcance até 5 gerações (TIHOHOD, 2000). Isso pode ser considerado um dos principais motivos de preocupação dos produtores de soja de todas as regiões do país, em virtude da facilidade de disseminação e, notadamente, pela grande diversidade de raças (1, 2, 3, 4, 4+, 5, 6, 9, 10, 14 e 14+), que essa espécie apresenta, o que se torna o manejo cultural ainda mais difícil (EMBRAPA, 2011). No Brasil, a raça 3 é a que apresenta maior predominância, e as raças 4+ e 14+ apresentam genes adicionais de parasitismo, levando a quebra da resistência da cultivar Hartwig, que antes era resistente a todas as raças do nematóide de cisto (DIAS et al., 1999). Nas áreas de produção de soja concentram-se materiais com pouca ou quase nenhuma resistência para essa espécie, o que torna mais preocupante

ainda. Segundo Barbosa et al. (2014), dependendo do nível de infestação e das condições edafoclimáticas, provocam perdas que podem variar de leves a 100% no rendimento da soja.

2.3.2. Nematoides das galhas: *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita*

O gênero *Meloidogyne* spp., é considerado um dos mais importantes no Brasil, pela capacidade de distribuição geográfica, alta variabilidade fisiológica, elevada capacidade de disseminação nas diversas regiões produtoras e ampla gama de hospedeiros (EMBRAPA, 2012). Essas características promovem maior agressividade do patógeno, o que leva a grandes prejuízos, chegando a ser considerado fator limitante para algumas culturas pela ausência de manejo adequado (FREITAS et al., 2009). Nos últimos anos, foram identificadas mais de 100 espécies, todas de extrema agressividade as culturas de expressão agrônômica (MITKOWSKI e ABAWI, 2003).

Os nematoides desse grupo, classificados como endoparasitas sedentários, de hábito polifágico, apresentam algumas particularidades, a exemplo do ciclo de vida, que corresponde a um período de 22 a 30 dias, tendo uma relação direta com a condição de temperatura do solo. Para as espécies *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, as temperaturas ótimas estão entre as faixas de 25 °C a 30 °C. Porém, quando expostos a condições superiores a 40 °C ou abaixo de 5 °C, sofrem com redução das suas atividades vitais (FERRAZ, 2001). Segundo o mesmo autor, as fêmeas produzem sob condições favoráveis, em média, 400 a 500 ovos, ao longo de um período variável entre quatro a seis semanas.

As espécies *M. javanica* e *M. Incognita*, são potencialmente as mais importantes para a cultura da soja no Brasil, por possuírem elevada distribuição geográfica, ocorrendo alta gama de hospedeiros, entre os quais destacam-se plantas daninhas, essências florestais, frutíferas, culturas anuais e perenes, hortaliças em geral e plantas ornamentais (CAMPOS, 2000; DIAS et al., 2009).

A sintomatologia em áreas com a presença de nematoide de galhas, se destaca pelas manchas no solo, denominadas de reboleiras, que caracteriza-se por apresentar plantas com alternância no tamanho e amarelecimento em toda área vegetativa, além da presença de muitas galhas nas raízes primárias e secundárias

(MORALES, 2007). Em casos mais severos, a presença das galhas nas raízes leva ao atrofiamento do sistema radicular (MATOS et al., 2010), comprometendo o crescimento total das plantas na área infestada. Dependendo da intensidade da praga, em determinado momento pode não ocorrer redução no tamanho das plantas, mas no enchimento de grãos observa-se intenso abortamento das vagens, e, conseqüentemente, uma maturação precoce das plantas infectadas (EMBRAPA, 2003).

No Brasil, com a espécie *M. incognita*, os prejuízos podem alcançar perdas significativas na produção, estimadas entre 20% a 30%, enquanto, *M. javanica*, pode causar prejuízos da ordem de 10% a 40%, sob condições especiais como em regiões com ocorrência de solo com texturas arenosas ou médio-arenosa (INOMOTO e SILVA, 2011). Além disso, são poucas as alternativas de manejo que promovam eficiência duradoura sobre essas espécies.

2.3.3. Nematoides das lesões radiculares: *Pratylenchus brachyurus*

O gênero *Pratylenchus*, com mais de 70 espécie no mundo, é considerado o segundo mais importante na agricultura brasileira, especialmente, em áreas com cultivo de soja, milho, feijão e algodão, ficando atrás apenas para os nematoides formadores de galhas (FERRAZ et al., 2010). Conhecidos como nematoides das lesões, se destaca pela alta agressividade nas raízes, levando estas ao colapso após a penetração (FONSECA, 2012).

As lesões necrosadas nas raízes, é o que diferencia essa espécie entre as demais, podendo apresentar-se parcial ou totalmente escurecidas. Esse processo de anomalia ocorrido durante a interação do patógeno com as raízes, se deve ao ataque às células do parênquima cortical, onde toxinas são injetadas durante o processo de alimentação, além da atividade de movimentação do nematoide na raiz, o que leva a uma desorganização e destruição dessas células (DIAS et al., 2010). O principal sintoma característico do ataque dessa espécie é o escurecimento das raízes, em virtude do rompimento do córtex radicular, levando à necrose desse órgão (MACHADO et al., 2006). A duração do ciclo de vida varia em função de fatores do ambiente (temperatura e umidade), que pode ser de três a seis semanas, para um ciclo completo dessa espécie (FERRAZ, 2006).

Entre as mais de setenta espécies já catalogadas em todo mundo, no Brasil as principais encontradas parasitando as plantas de interesse agrônomo, destacam-se *P. brachyurus*, *P. zeas*, *P. coffeae*, *P. penetrans* e *P. vulnus*, com grande capacidade de polifagismo, tornando-se fator limitante para adequar a melhor forma de manejo como rotação de culturas (FERRAZ et al., 2012). No entanto, é preciso se atentar para o material a ser utilizado nessas áreas, pois além de hospedarem-se em plantas potencialmente econômicas, os nematoides parasitam plantas espontâneas, permanecendo na área por muito tempo, aumentando assim, a infestação e dificultando a eficiência dos programas de controle (DIAS et al., 2012).

Entre as espécies de nematoides que podem inviabilizar a produção, *P. brachyurus* apresenta mais uma particularidade, que é a interação com outros agentes patogênicos (*Fusarium* e *Verticillium*), que acentua ainda mais sua patogenicidade, pela habilidade sinérgica, o que corresponde a uma associação entre os patógenos, resultando em danos maiores do que a soma dos danos de cada patógeno isolado (CASTILLO e VOVLAS, 2007).

As espécies de nematoides já identificadas nas áreas de produção das cinco regiões brasileiras, encontram condições que potencializam essa patogenicidade, favorecidas por fatores que predispõem ao aumento da população na área, entre esses, os solos de textura média e sequências de culturas suscetíveis (soja, milho e algodão), contribuem para elevar os prejuízos, que podem causar perdas de até 30% na produção (DIAS et al., 2010). Porém, mesmo com ocorrência frequente em lavouras de soja, as perdas causadas por *P. brachyurus* eram totalmente desconhecidas no Brasil (SILVA et al., 2003). Entretanto, nos Estados Unidos, estudos feitos inicialmente em campos experimentais, as estimativas confirmaram sua agressividade com reduções superiores a 35% na produção de soja (GOULART, 2008).

Entre as práticas de manejo empregadas para *Pratylenchus* spp. destacam-se rotação de culturas, cultivos com plantas antagonistas, emprego de resistência genética e controle químico (FREITAS et al., 2001), utilizadas de forma integrada para melhor viabilidade (INOMOTO et al., 2007).

2.4. Manejo habitual dos fitonematoides

Os fitonematoides são impossíveis de erradicar, devido apresentarem mecanismos de sobrevivência como a criptobiose, sobre o qual os ovos permanecem viáveis por longos períodos no solo. Assim, devem ser empregadas de maneira integrada, várias medidas de controle, objetivando manter as populações em nível mínimo (FERRAZ, 2001).

A agressividade desses patógenos é considerada um dos maiores desafios dos produtores do país, principalmente pela dificuldade de manejo após sua introdução na área, onde a adoção de medidas empregadas no seu controle apenas reduz a população, permitindo temporariamente a exploração de materiais suscetíveis (FERRAZ et al., 2010).

Nos últimos anos o manejo dos fitonematoides tem se concentrado em algumas ações menos agressivas ao meio ambiente, como a prevenção, cultivares resistentes, rotação de culturas e controle biológico, além dos mais variados métodos alternativos empregados em todo mundo (RIBEIRO et al., 2010). Porém, deve-se ressaltar que essa não é uma tarefa fácil, principalmente pelas limitações que a maioria dos métodos apresenta (NEVES et al., 2010).

A necessidade por diferentes métodos de manejo, tem como objetivo, reduzir cada vez mais o emprego dos nematicidas sintéticos, em função dos riscos ambientais e custos elevados na aquisição dos poucos defensivos registrados para controle dos nematoides na soja. No Brasil, são autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, apenas 17 ingredientes ativos com efeito nematicida, todos altamente tóxicos e pouco seletivos (AGROFIT, 2016). O tioxazafen é um dos produtos com efeito nematicida, via semente, usados no controle das principais espécies de nematoides em diferentes culturas, a exemplo da soja (UZUELE, 2016).

A opção dos defensivos químicos pela grande maioria dos produtores de soja no controle dos problemas fitossanitários, em todo mundo, é baseado no rápido efeito sobre as pragas, facilidade de aplicação e rápido retorno econômico, o que leva a aplicação continuada e em larga escala dos produtos químicos (RIBEIRO et al., 2011). No entanto, sua recomendação vem sofrendo restrições em todo mundo, pela alta toxicidade, risco de contaminação ambiental e custo elevado (DONG e ZHANG, 2006). Além de provocar contaminação aos alimentos, meio ambiente, intoxicação de

agricultores, ainda, provoca a resistência de patógenos a certos princípios ativos (MORANDI e BETTIOL, 2009). Visando a necessidade de sistemas de produção menos agressivos, apareceram novas alternativas, que visam resgatar as técnicas empregadas há milhares de anos, sendo elas ecologicamente corretas, com maior preocupação ao meio ambiente e à saúde humana (MIZUBUTI e MAFFIA, 2001).

Entre as técnicas mais desejadas pelos produtores, se destaca os materiais genéticos melhorados, pelo desenvolvimento de cultivares com alta produtividade e capacidade de resistência aos efeitos da severidade dos agentes patogênicos que inviabilizam plantações, a exemplo de nematoides (ROBERTS, 2002). Essa resistência está atrelada a uma série de atributos presentes nas plantas, que pode atuar na redução da penetração, no desenvolvimento do patógeno no interior dos tecidos, e especialmente, impedindo sua reprodução (RITZINGER e FANCELLI, 2006).

No entanto, cultivares de soja com resistência aos nematoides presentes nos campos de produção do Brasil, ainda não foram totalmente identificadas para todas as regiões, pois como se sabe, são vários os fatores biológicos que os nematoides apresentam, como polifagia pouco especializada, alguns de hábito endoparasita migrador, o que dificulta sua fixação na planta hospedeira, e presença de raças para algumas espécies (GOULART, 2008). Mesmo assim, pesquisas são realizadas todos os anos, com materiais comerciais, com o objetivo de encontrar fontes de resistência genética em cultivares já adaptadas. Almeida et al. (2016), com cultivares de soja; Wilcken et al. (2005), com alface; Ribeiro (2002), com diferentes genótipos de milho, entre outras, obtiveram redução de infecção por nematoides nessas culturas.

Já a utilização da rotação de culturas com plantas antagonistas ou não hospedeiras, tem demonstrado resultados promissores no manejo dos fitonematoides, através da redução reprodutiva das espécies de nematoides e melhoria na estruturação física e biológica do solo, além de permitir que fatores naturais de mortalidade reduzam sua população (SILVA, 2001). Entre as espécies mais estudadas com essa característica, destaque para as espécies de crotalária (*Crotalaria* spp.) e cravo-de-defunto (*Tagetes* spp.), que promovem redução ao gênero *Meloidogyne* sp. (FERRAZ et al., 2010). Enquanto, para a espécie *P. Brachyurus* recomenda-se a utilização das espécies: *C. spectabilis* e *C. Breviflora*, e como hospedeiras pouco favoráveis: *Brachiaria humidicola*, feijão guandu anão (*Cajanus cajan*) cv. Iapar 43 e aveia preta (*Avena*

strigosa) (INOMOTO et al., 2007). Essa prática quando bem utilizada, em função do conhecimento prévio do patógeno principal, proporciona excelentes resultados. Asmus e Richetti (2010), obtiveram redução da população de *Rotylenchulus reniformis* na produção de algodão, com rotação de milho, soja resistente e capim-braquiária. Leandro e Asmus (2015), utilizaram milho e *Crotalaria ochroleuca* no verão em rotação com soja sobre o nematoide reniforme e observaram queda na densidade populacional em comparação ao monocultivo de soja. Porém, em solos infectados com diferentes espécies de nematoide, sua implementação é limitada, e conseqüentemente, o sucesso dessa medida também (SIKORA e FERNANDEZ, 2005).

Para o controle biológico, são várias as vantagens em relação ao principal método de manejo (nematicida químico), pois não desequilibra o meio ambiente, não deixa resíduo, é economicamente mais viável e de fácil aplicação (CAMPOS, 2000). Entre as principais espécies microbiana que atuam com grande potencialidade no manejo dos nematoides, estão os fungos, com cerca de 70 gêneros e 160 espécies, com a habilidade de usar nematoides como fonte de alimento (FERRAZ et al., 2001). Algumas espécies de fungos como *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* e *Verticillium chlamydosporium*, tem chamado a atenção de muitos pesquisadores, pela sua comprovada eficiência na redução de diferentes espécies de nematoides parasitas de plantas (ATKINS et al., 2003).

Outros agentes de relevância, são estreptomicetos e *Bacillus subtilis*, no controle dos fitonematóides, interferindo diretamente no ciclo de vida (SOUSA et al., 2006), através de metabólitos tóxicos que inviabilizam a eclosão de ovos, o que reflete na redução do parasitismo nas raízes (ARAÚJO et al., 2002). Segundo Lian et al., (2007), à rizobactéria *B. Subtilis* é responsável pela produção de proteases, além disto, promove indução de enzimas de defesa na planta hospedeira, o que propicia maior resistência às plantas sobre o ataque dos fitonematoides (KAVITHA et al., 2007).

Mesmo assim, os resultados da eficiência dos agentes microbianos no combate aos principais fitonematoides, muitas vezes pode ficar comprometido, em função de fatores que influenciam diretamente na viabilidade biológica desses, como as condições do meio, e principalmente, a densidade populacional do agente microbiano empregado (ARAÚJO e MARCHESI, 2009).

2.5. Manejo alternativo dos fitonematoides, com extratos vegetais

As plantas durante seu desenvolvimento natural produzem diversos compostos orgânicos que não possuem função direta nas suas fases fenológica. No entanto, estes compostos denominados de metabólitos secundários, onde se destacam os três grupos mais importantes nas plantas: Os terpenos, os compostos fenólicos e os alcaloides (VIZZOTTO et al., 2010), sintetizados com função diferenciadas como atividade de atração aos agentes polinizadores, adaptação ambiental e fitoproteção, aos mais distintos agentes patogênicos, como fungos (CELOTO et al., 2008), bactérias de plantas (KOONA e BUDIDA, 2011) e fitonematoides (FERRAZ et al., 2010).

Alguns estudos indicam que a eficiência dos extratos vegetais, podem ocorrer de diferentes formas, tanto para insetos, como para os microrganismos patogênicos. No caso dos insetos, os extratos podem interferir de forma direta ao entrar em contato com a cutícula, por meio de repelência, esterilidade ou alterações do comportamento (SILVA, et al., 2010). Já para os fungos patogênicos, esses podem agir de forma fungitóxico, inibição no crescimento micelial, germinação de esporos ou pela indução de fitoalexinas (SCHWAN-ESTRADA, et al., 2000). Enquanto que, a ação sobre os nematoides, pode ter efeito nematostático (PARIHAR et al., 2011), nematicida (MARAHATTA et al., 2012; BORGES et al., 2013), ou inviabilização na eclosão de ovos, como demonstrado por Ribeiro et al. (2012) e Ntalli et al. (2013).

Considerando sua potencialidade, aliada a característica de baixo ou nulo risco toxicológico ao homem e ao meio ambiente, são pontos relevantes no credenciamento ao uso pelos pequenos e médios agricultores, sem grande preocupação, não gerando gastos, e com isso, esses compostos podem ser isolados, identificados e sintetizados pelas indústrias (GARDIANO, 2006). Dessa forma, são diversas as linhas de pesquisas empregando manejos alternativos de pragas e doenças, explorando os princípios ativos das mais diversas espécies vegetais, com aplicação do extrato no solo ou pela incorporação das partes vegetais e pulverização foliar (GARDIANO, 2006).

Alguns princípios ativos naturais vêm sendo utilizados e comercializados no mercado nacional, como óleo de Gerânio, Natualho, Pironat, Rotenat e Natuneem (SMANIOTTO, 2011), todos oriundos de espécies vegetais de *Pelargonium graveolens*, *Allium sativum*, ácido pirolenhoso, *Ateleia glazioviana* e *Azadirachta indica*,

respectivamente, podendo serem extraídos de suas partes vegetais, como folhas e sementes (LOPES et al., 2005).

Algumas plantas apresentam seus constituintes em quantidade e qualidade em diferentes partes da planta, fazendo com que a utilização correta destes, sejam fator limitante. Segundo Silva et al., (2009), a eficiência de toxicidade em *Aetalion* sp., só foi maior com o uso de extratos a partir das raízes de *Palicourea marcgravii*, pela maior concentração de ácido monofluoracético e/ou fluoracetato presentes. Já estudos realizados por Dias et al., (2000), com extratos de folhas de melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.), obtiveram mais de 80% de mortalidade para *M. incognita*, possivelmente pela presença dos constituintes químicos como a momordicina (alcaloide), momordicripina e ácido momórdico (MARTINS et al., 2003).

Extrato aquoso de folhas de nim nas doses de 1,5% e 3,0%, utilizados por Javed et al., (2008), quando aplicados ao solo propiciaram reduções no número de galhas e ovos de *M. javanica*. Resultados promissores também foram observados por Almeida et al., (2012), ao avaliarem a eficiência de extratos vegetais e modos de preparos, resultando em expressiva diminuição parasitária de nematoides de galhas na cultura do tomateiro, em casa de vegetação. Por esses, e outros resultados positivos, o uso de extratos vegetais tem sido recomendado com maior frequência em diferentes culturas, ainda mais, pela biodiversidade presentes no Brasil, atrelado a possibilidade da facilidade de preparo e aplicação direta, sem grandes riscos potenciais de contaminações. No entanto, a falta de informações precisas sobre doses, época correta de aplicar, parte da planta a ser utilizada no preparo dos extratos, etc, obtem-se muitas vezes, resultados negativos que acarretam risco à credibilidade dessa alternativa.

2.6. Manejo alternativo dos fitonematoides, com vinhaça

O resíduo industrial do processamento da cana-de-açúcar, conhecido como vinhaça, há muitos anos tem se revelado como uma opção promissora para diferentes fins na agricultura, porém, sua utilização fica restrita com maior frequência na fertirrigação da cana. No entanto, Lordello (1984), já havia demonstrado a potencialidade do efeito supressivo aos nematóides de galhas.

A vinhaça da agroindústria sucroalcooleira brasileira é originada a partir da destilação e fermentação dos subprodutos na produção de açúcar, etanol, butanol e aguardente. Conhecida também, como vinhoto, restilo, tiborna, calda, garapão ou caxixi (ELIAS NETO e NAKAHODO, 1995). Durante o processo de produção de etanol, é produzida grandes quantidades de vinhaça (10 a 18 L) para cada litro de combustível (CRUZ et al., 2008).

A composição química da vinhaça é bastante variável, em função do tipo de matéria prima, do sistema na preparação do mosto, do método de fermentação adotado, do tipo de levedura utilizado, entre outros aspectos (GLÓRIA, 1984). Porém, a vinhaça é composta por 93% de água e 7% de sólidos, onde, 75% da parte sólida, é formada por substâncias orgânicas coloidais e 25% de elementos minerais (LUDOVICE, 1997). É considerada como uma fonte nutricional com grande potencial pela presença dos minerais como Nitrogênio, Carbono, Potássio, Cálcio, Boro, Fósforo, Magnésio, Sulfato, entre outros, além de matéria orgânica (ROSSETTO, 1987), o que a credencia a substituta de insumos químicos, aplicada na produção agrícola. Segundo o mesmo autor, por apresentar altos índices de demanda biológica de oxigênio (DBO), devido a presença na composição de alto teor de substâncias orgânicas, alta demanda química de oxigênio (DQO), pH ácido (3,7 a 4,5), e elevada temperatura ao sair dos aparelhos de destilação (85 a 90 °C), a vinhaça é considerada como um efluente com alto poder de poluição. O que torna em algumas regiões produtora, um desafio constante na destinação correta deste subproduto. No entanto, estudos vem sendo realizados e diversas informações acerca desse resíduo, vem demonstrando potencialidades com o uso racional.

Mediante a riqueza nutricional desse resíduo, além da disponibilidade em abundância nas áreas de produção etanólica no Brasil, vem sendo implementado na agricultura, sob a ótica nutricional em plantios, principalmente, em áreas com cana-de-açúcar (PAULINO et al., 2011). A eficiência desse produto, tem efeito direto de ordem ambiental, sanitária e econômica, pela redução considerável nos impactos ambientais, fertilização do solo e custo de produção com adubação. Entretanto, Rodrigues e Serrato (2012), destacam cautela no manuseio e nos limites de aplicação, tendo em vista, o alto índice de demanda bioquímica de oxigênio e nutrientes, o que o tornaria poluente, comprometendo toda biota do solo.

Contudo, as quantidades de vinhaça aplicadas não devem ser maiores que a capacidade de retenção iônica do solo, ou seja, as doses devem ser medidas conforme as características de cada solo (MARQUES, 2006). Estudo realizado pela Copersucar, com base em trabalhos realizados por Penatti (1999), mostrou que doses de 300 m³/ha de vinhaça, com teor de potássio entre 3 e 4 kg/m³ de vinhaça, não acarretam nenhuma modificação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, independente do seu tipo. Tenório et.al., (2000), afirmam que o uso desse biofertilizante, proporciona aumento nas atividades microbianas no solo, o que viabiliza maior ação de nitrificação resultando em substrato com maior índice de fertilidade.

A vinhaça aumenta a atividade biológica do solo, o que favorece potenciais microrganismos antagonísticos, além de promover formação de substâncias orgânicas, tais como ácidos graxos voláteis, que podem apresentar ação antimicrobiana (TENÓRIO et al., 2000).

De acordo com Pedrosa et al., (2005), a aplicação da vinhaça sobre nematoides em cana-de-açúcar, demonstrou efeito positivo com redução na infecção. Uma das possibilidades apontadas sobre a eficiência desse resíduo, diz respeito a presença de matéria orgânica e açúcares totais, favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos antagonísticos ao nematoides (BARROS et al., 2000; SHI e ZHU, 2007). Essas substâncias geram respostas de defesa, pois, conforme afirmam Schwan-Estrada et al., (2003), durante o metabolismo secundário das plantas, ocorre a produção de substâncias com ação biológica direta contra patógenos ou na indução de resistência de plantas, por apresentar função de defesa, gerada a partir dos princípios ativos de plantas da flora brasileira.

Nesse sentido, considerando a importância da cultura da soja para a região Sul do estado do Piauí e da disponibilidade de vinhaça nessa mesma região, onde existem pequenas destilarias, a exemplo do Município de Palmeira, é relevante avaliar seu efeito no manejo das principais espécies de fitonematoides parasitas da soja. É importante destacar que não há nenhuma pesquisa desenvolvida sobre a potencialidade do resíduo no controle de fitonematoides em soja.

3. Material e Métodos

3.1. Localização e caracterização da área experimental

Foram realizados dois experimentos, no período compreendido entre 03 de março a 30 de agosto de 2015, em condições de casa de vegetação e, as atividades de avaliações dos experimentos foram realizadas no Laboratório de Fitopatologia, no Campus Prof^a Cinobelina Elvas-CPCE, da Universidade Federal do Piauí, situado no município de Bom Jesus. O município pertence à região do semiárido piauiense com clima quente e úmido, classificado por Köppen e Geiger (1928), como Cw'a (temperado com inverno seco e chuvas de verão e outono). Posicionado nas coordenadas geográficas 09°04'28'' de latitude Sul e 44°21'31'' de longitude Oeste. A área apresenta altitude média de 277 m, com precipitação média entre 900 a 1200 mm/ano e temperatura média de 26,2 °C (INMET, 2015/2016).

3.2. Tratamentos do solo

O solo empregado para condução dos experimentos, foi coletado na camada de 0-20 cm, classificado como Latossolo Vermelho distrófico; textura franco-argilo-arenosa, em área de produção de soja, na Fazenda São João, Município de Currais-PI. O substrato empregado nos ensaios, foi composto de solo-areia-esterco, na proporção 3:2:1, respectivamente, previamente esterilizado em autoclave vertical, sob temperatura de 120 °C e pressão de 1,05Kgcm² por duas horas. Após análise, o substrato apresentou as seguintes características químicas e granulométricas: pH-H₂O (6,2); matéria orgânica (15,8 g kg⁻¹); Ca⁺² (2,6 cmolc/dm⁻³); Mg⁺² (1,3 mg/dm⁻³); P trocável (108 mg/dm⁻³); K⁺ (88,0 mg/dm⁻³); Zn (6,7 mg/dm⁻³); areia (710 g/kg⁻¹); silte (50 g/kg⁻¹); argila (240 g/kg⁻¹), realizada no Laboratório de Solos, no Campus Prof^a Cinobelina Elvas-CPCE, da Universidade Federal do Piauí, de acordo com a metodologia recomendada pela EMBRAPA (1997). Logo após, foram distribuídos em vasos de polietileno com capacidade de 5 dm⁻³, dispostos sobre bancada de ferro em casa de vegetação.

3.3. Obtenção e multiplicação dos nematoides

Foram realizadas visita a campo com lavouras comercial de soja no município de Bom Jesus-PI, para coleta de raízes com sintomas visíveis por ação de nematoides. A partir do material coletado, a extração foi realizada conforme o método de Coolen e D'Herde (1972), consistindo de liquidificação, peneiramento e flutuação em centrifuga em solução de sacarose. Assim, as raízes foram levemente lavadas em água corrente para a eliminação das partículas de solo, e deixadas sobre papel toalha para a retirada do excesso de água. Em seguida, foram cortadas com tesoura, em segmentos de 5cm, imergidas em 300mL de água com 5mL de hipoclorito de sódio e trituradas com auxílio de liquidificador comum, por 25 segundos em baixa rotação. Depois, a suspensão foi vertida em peneiras de 20 e 500 mesh. Seguindo, do material retido na peneira de 500mesh, com ajuda de uma pisseta, foi coletado em um bécher 40 mL, e transferido para bécher de centrífugas e submetido ao processo de centrifugação por 4 minutos, a 2000rpm. Logo a seguir, o sobrenadante foi descartado, e adicionou-se uma solução de 40 mL de sacarose a 45%, levou-se a centrífuga por 1 minuto, com a mesma rotação utilizada no primeiro processo. A seguir, a suspensão foi vertida em peneira de 500mesh, seguidamente lavada com água para eliminar o excesso de sacarose, e com ajuda de uma pisseta, o material retido nessa peneira foi recolhido para um becker de 20mL, onde desse volume, foi colocado 1mL, com auxílio de uma pipeta de 10mL, em uma lâmina de Peters metalizada, sob microscópio óptico (aumento de 40x), para quantificação dos nematoides.

Logo após, os espécimes obtidos foram mortos em banho-maria (55 °C/ 4 min), colocados em solução fixativa de trietanolamina e formalina, para posterior identificação. Para a espécie *P. brachyurus*, na identificação utilizou-se de lâminas temporárias (formalina) e/ou permanentes (glicerina), examinadas em microscópio de luz, confrontando-se as características morfológicas (formato de estruturas) e morfométricas (dimensões de estruturas e relações corpóreas lineares) com a utilização de chaves taxonômicas específicas para o gênero (HANDOO e GOLDEN, 1989). Já para a identificação das espécies de *Meloidogyne*, foi realizada por meio do exame da configuração perineal (HARTMAN e SASSER, 1985) e confirmada com auxílio da técnica de eletroforese de isoenzimas (esterase) de acordo com Oliveira et al. (2012).

Após a identificação das espécies, os nematoides das lesões radiculares (*P. brachyurus*) foram inoculados em plantas de milho (*Zea mays*) híbrido Pioneer 30F53 e

os nematoides de galhas (*M. incognita* e *M. javanica*), foram inoculados em tomateiros (*Solanum lycopersicum*) cv. 'Santa Cruz, devido as respectivas espécies de nematoides apresentarem melhor desenvolvimento reprodutivo para as respectivas espécies vegetais. As referidas espécies de plantas, foram cultivadas em vasos com capacidade de 5 dm³ de substrato, mantidos em casa de vegetação, durante cinquenta e cinco dias para multiplicação.

3.4. Obtenção da vinhaça

Considerado resíduo de indústria açucareira e alcooleira, a vinhaça empregada para os dois experimentos, foi obtida de pequenos alambiques da região de Palmeira-PI, previamente em função da disponibilidade na produção da cachaça artesanal. A composição química média da vinhaça, obtida do caldo, após análise feita pela Universidade Federal da Bahia, é a seguinte; N (0,36 kg/m³); P₂O₅ (0,13 kg/m³); K₂O (1,43 kg/m³); Ca (0,41 kg/m³); Mg (0,21 kg/m³); S (1,28 kg/m³); Matéria Orgânica (18,49 kg/m³); Fe (53,15 ppm) Cu (5,84 ppm) Zn (1,07 ppm) Mn (3,21 ppm) pH (3,8).

A fim de manter uma melhor conservação, o produto foi mantido em geladeira, a 4 °C, no Laboratório de Fitopatologia por vinte e quatro horas, antes de serem preparadas as concentrações para as posteriores aplicações.

3.5. Instalação dos experimentos

3.5.1. Primeiro experimento: *Pratylenchus brachyurus*

O estudo foi realizado com a espécie *P. brachyurus*, empregando um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições, em esquema fatorial (2 x 11), totalizando em cento e dez parcelas, onde o primeiro fator correspondeu as formas de aplicação, única (aplicação de 100 mL vaso⁻¹, utilizando o percentual total de cada concentração de vinhaça) e dividida (aplicação de 100 mL vaso⁻¹, parcelada em duas vezes de 50 mL, utilizando metade do percentual de cada concentração de vinhaça, para cada parcelamento, com intervalo de 15 dias entre a primeira e a segunda aplicação), via solo. O segundo fator foi correspondente a dez concentrações referentes ao subproduto vinhaça (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90 e

100%, conforme relação descrita por Ranzani (1956)), mais um tratamento adicional com 100 mL de água destilada, como testemunha controle. Para as concentrações de 10% a 90% de vinhaça, na aplicação única, foi adicionada água destilada para se obter um volume final de 100 mL em cada tratamento, ou seja, a porcentagem adicionada dessa água, foi correspondente a porcentagem de cada concentração da vinhaça, até atingir o volume máximo de 100 mL. Já para a concentração de 100% de vinhaça, correspondeu a 100 mL de vinhaça pura. Na forma de aplicação dividida, para cada parcelamento, foi utilizado metade do percentual de cada concentração e complementado o volume de 50 mL, com água destilada.

3.5.2. Segundo experimento: *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*

Foi avaliado o comportamento de parasitismo com diferentes espécies de nematoides de galhas, empregando um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com cinco repetições, em esquema fatorial (2 x 6), totalizando em 60 parcelas. O primeiro fator foi constituído por duas espécies de nematoides (*M. incognita* e *M. javanica*) e o segundo fator foi correspondente a cinco concentrações de vinhaça (20; 40; 60; 80 e 100%, conforme relação descrita por Ranzani (1956)), mais uma testemunha controle, utilizando 100 mL de água destilada. Para as concentrações de 20% a 80% de vinhaça, foi adicionada água destilada para se obter um volume final de 100 mL em cada tratamento, ou seja, a porcentagem adicionada dessa água, foi correspondente a porcentagem de cada concentração da vinhaça, até atingir o volume máximo de 100 mL. Já para a concentração de 100% de vinhaça, correspondeu a 100 mL de vinhaça pura.

3.5.3. Condução dos experimentos

A semeadura foi realizada com cinco sementes de soja Intacta cv. M-Soy 8644 IPRO por vaso, no dia 20 de março de 2015, e a emergência ocorreu dois dias após semeadura. Após o sétimo dia de emergidas, foi realizado o desbaste permanecendo apenas duas plantas por vaso, consideradas assim, a unidade experimental dos ensaios.

Após setenta e duas horas do desbaste, foram realizadas as inoculações com suspensão (4000 ovos/ juvenis) das espécies *P. Brachyurus*, *M. incognita* e *M. javanica*, individualmente para cada parcela, nos respectivos ensaios, utilizando pipeta, com aplicação de 10 mL de suspensão dos inóculos, distribuídos em três aberturas (furos) de 3,0 cm de profundidade, distanciados 2,0 cm entre si e do hipocótilo das plantas de soja, para uma melhor proteção a fatores ambientais, como temperatura, bem como, melhor distribuição dos espécimes nas unidades experimentais. Após a inoculação, as plantas foram mantidas durante 72 horas com apenas um turno de rega, com 100 mL diária, atendendo as necessidades hídricas da cultura. Logo após esse período, as irrigações passaram a ser realizadas com 200 mL, dividida em duas vezes ao dia (9h e 16h), com exceção nos dias das aplicações dos tratamentos, onde estas eram suspensas para não alterar a composição das concentrações de vinhaça empregadas. O volume de 200 mL de água para irrigação diária, foi determinado pela capacidade de retenção do solo, mostrando suficiente para atender as necessidades hídricas da cultura durante o desenvolvimento vegetativo, assim como, o desenvolvimento das espécies de nematoides, sem interferência nessa relação.

Durante a condução dos experimentos, foi realizado o monitoramento dos dados de temperatura do ambiente e umidade relativa do ar, utilizando termohigrômetro digital, e temperatura do solo, usando um termômetro digital para solo. A temperatura média ambiente na casa de vegetação variou de 25 a 35 °C, com temperatura do solo do vaso de 23 a 32,5 °C e a umidade relativa do ar entre 23 a 45%.

Após dez dias da inoculação dos nematoides nas plantas, foram aplicados os tratamentos correspondentes à espécie de *P. brachyurus*, empregando as diferentes concentrações da vinhaça sobre o solo, de acordo com as suas respectivas concentrações (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100%), mais uma testemunha água e formas de aplicação (única-100 mL e primeira dividida-50 mL). Após quinze dias da primeira aplicação dividida, foi realizada a segunda dividida com os demais 50 mL. As concentrações foram preparadas em uma proveta de 100 mL e 50 mL, respectivamente e, depois de homogeneizada, foram transferidas para copos descartáveis e aplicadas nas suas respectivas parcelas.

Os tratamentos correspondentes às espécies de *M. incognita* e *M. Javanica*, com o emprego das diferentes concentrações de vinhaça sobre o solo (20; 40; 60; 80 e

100%), mais uma testemunha água, foram realizados, após dez dias da inoculação. As concentrações foram preparadas em uma proveta de 100 mL, depois de homogeneizada, transferidas para copos descartáveis e aplicadas totalmente (100 mL vaso^{-1}) nas parcelas experimentais. As concentrações foram determinadas através das diluições da vinhaça em água destilada e, somente preparadas duas horas antes da aplicação dos tratamentos, via solo.

3.6. Variáveis avaliadas

As avaliações foram realizadas após sessenta dias da aplicação da vinhaça sobre as plantas parasitadas com as espécies de nematoides.

3.6.1. Primeiro experimento: *Pratylenchus brachyurus*

3.6.1.1. Variáveis agronômicas

Foram mensuradas: Massa fresca radicular (g), medida com o auxílio de balança semi-analítica; comprimento radicular (cm), empregando régua graduada de 50 cm e volume radicular (cm^3), calculado pela diferença do volume de água deslocada na proveta após a imersão das raízes, utilizando uma proveta de 1000 mL e considerando como volume padrão 400 mL. Antes das referidas avaliações, as raízes foram lavadas em água corrente para retirada de agregados do solo e foram secadas sobre papel toalha.

3.6.1.2. Variáveis de parasitismo

A extração dos nematoides presentes nas raízes (juvenil na raiz (JR) e ovos na raiz (OR)), foi realizada pelo método de Coolen e D'Herde (1972). Este método consiste da técnica de liquidificação, peneiramento e centrifugação. Para isso, as amostras de raízes foram lavadas em água corrente para a eliminação das partículas de solo, posteriormente, foram cortadas em segmentos de 5 cm com emprego de tesoura. Logo após, as raízes foram imersas em 300 mL de água e trituradas com auxílio de liquidificador comum, por 20 segundos em baixa rotação. Em seguida, a solução do liquidificador foi vertida em peneiras de 20 e 500 mesh. Do material retido na peneira de 500 mesh, foi coletado o equivalente a 40 mL, com auxílio de uma pisseta em um

bécher, e transferido para tubos plásticos da centrífuga, onde foi submetido ao processo de centrifugação por quatro minutos a 2000 rpm.

Logo a seguir, o sobrenadante foi descartado, e sendo esse substituído por 40 mL de solução de sacarose a 45% (450 g de açúcar para 1 L de água), para a realização de mais uma centrifugação, por um minuto, com a mesma rotação utilizada no primeiro processo. Logo após, a suspensão foi vertida em peneira de 500 mesh, lavando-a levemente com água de torneira para remover o excesso de sacarose, impedindo que os nematoides se deformem. Ao final, com ajuda de uma pisseta, o material retido na peneira (500 mesh) foi recolhido para um becker de 20 mL, onde desse volume, foi retirado 1mL, com auxílio de uma pipeta de 10 mL, e realizado a quantificação em lâmina de Peters, sobre microscópio óptico (aumento de 40x).

Para a população de nematoide no solo, foram avaliadas juvenis no solo (JS) e ovos no solo (OS), a partir de amostras com 300 cm³ de solo, empregando a técnica do (JENKINS, 1964). Para isso, o solo de cada tratamento foi homogeneizado e imergido em 500 mL de água, o suficiente para facilitar o desprendimento das partículas aderidas ao tecido vegetal. Logo após, a suspensão foi vertida em peneiras de 20 mesh sobreposta a de 500 mesh, que com auxílio de uma pisseta o material retido foi coletado para um béquer de 40 mL. Em seguida, a solução com 40 mL foi distribuída em tupos plásticos da centrífuga, sendo centrifugada por quatro minutos por 2000 rpm. Ao final, o sobrenadante foi descartado, sendo substituído por 40 mL de uma solução de sacarose a 45%, e levados para nova centrifugação por um minuto em mesma rotação. A partir de então, realizou-se o mesmo procedimento adotado para a quantificação de nematoides nas raízes, sob microscópio óptico (aumento de 40x), com lâmina de Peters.

Após a quantificação dos nematoides foi calculado ainda, o fator de reprodução (FR) do parasita para cada tratamento, através do método proposto por Oostenbrink (1966), que consiste do somatório da população final do solo e população final da raiz, dividida pela população inicialmente inoculada (Pi). Essa variável permitiu avaliar o comportamento de controle dos nematoides em função de escala proposta pelo mesmo autor. Com isso, as plantas são identificadas: imunes para FR igual a 0; resistentes com FR menor que 1,0; e suscetíveis com FR igual ou maior que 1,0. Foram estimados também, nematoide por grama de raiz (NGR), que foi definido pela razão entre o número total de nematoides nas raízes e a massa fresca das raízes em gramas, e

nematoides total na raiz e no solo (NTRS), definido pelo somatório do número de juvenis e ovos na raiz mais o número de juvenis e ovos no solo.

3.6.2. Segundo experimento: *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*

3.6.2.1. Variáveis agronômicas

No segundo ensaio foram avaliadas as mesmas variáveis agronômicas referidas no primeiro experimento, empregando a mesma e já descrita metodologia do primeiro ensaio.

3.6.2.2. Variáveis de parasitismo

Para as variáveis do parasitismo, foram realizadas estimativas do número de galhas (NG), com contagem feita com auxílio de uma lupa, e população de nematoides a partir do sistema radicular, sendo número de ovos na raiz (OR) e número de juvenis na raiz (JR), através do método proposto por Hussey e Barker (1973), modificada por Bonetti e Ferraz (1981), onde as raízes com presença de galhas de cada tratamento foram lavadas levemente, e cortadas com tesoura em segmentos de 5 cm, trituradas individualmente em 300 mL de água, com auxílio de um liquidificador, em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 1% por 30 segundos, em baixa rotação. Em seguida, a suspensão obtida, foi vertida em peneiras de 20 e 500 mesh. Posteriormente, o material retido na peneira de 500 mesh, foi recuperado com pisseta para bécher, e transferido para tubos de plástico de centrífuga um volume de 40 mL, que logo foi centrifugado por quatro minutos em rotação de 2000 rpm. Ao final, descartou-se o sobrenadante, e adicionou-se uma solução de sacarose (45%), para a realização de mais uma centrifugação, com mesma rotação por um minuto. Logo a seguir, a suspensão foi retida em peneira de 500 mesh, lavada com água corrente para eliminação do excesso de sacarose. Com auxílio de uma pisseta, recuperou-se do material retido nessa peneira, um volume padronizado com 20 mL. Só então, utilizando 1 mL desses 20 mL, foram quantificadas as amostras com lâmina de Peters, sobre microscópio óptico (aumento de 40x), .

Quanto às estimativas da população de nematoide no solo, foram quantificados o número de ovos do solo (OS) e número juvenis do solo (JS) de cada tratamento, realizadas a partir de amostras de solo com 300 cm³, através da técnica do peneiramento combinado a flutuação em centrifuga com solução de sacarose, descrita por Jenkins (1964). 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). Foi estimado também, nematoide por grama de raiz (NGR), que foi definido pela razão entre o número total de nematoides nas raízes e a massa fresca das raízes em gramas. Todas as etapas dos procedimentos adotados para as análises quantitativas, foram descritas detalhadamente já no primeiro experimento.

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 ($p < 0,05$). Quando significativas, as médias das variáveis para os tratamentos qualitativos (formas de aplicação e espécies de nematoides) 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 (concentrações de vinhaça), 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. Primeiro experimento: Toxicidade de vinhaça sobre *Pratylenchus brachyurus* na soja

Pela análise de variância observa-se que não houve interação significativa ($p < 0,05$) entre formas de aplicação e concentrações de vinhaça, para as variáveis agronômicas (Tabela 1). Entretanto, todas as variáveis foram afetadas pela atuação individual dos fatores. Para o efeito das formas de aplicação, houve diferença significativa ($p < 0,01$) em todas as variáveis agronômicas, enquanto, para o efeito das concentrações, houve diferença significativa ($p < 0,05$), apenas para o comprimento radicular.

Tabela 1. Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as variáveis agronômicas: Comprimento radicular (cm), volume radicular (cm³) e massa fresca radicular (g) de plantas de soja inoculadas com *P. brachyurus*, em função das formas de aplicação (FA) e concentrações de vinhaça (CCv).

Fonte de variação	Variáveis agronômicas		
	Comprimento Radicular	Volume Radicular	Massa fresca Radicular
(FA)	2137,52**	2974,40**	1919,54 **
Única	53,83 a	43,31 a	44,15 a
Dividida	45,0 b	32,91 b	35,79 b
(CCv)	171,28*	56,23 ^{ns}	124,25 ^{ns}
FA x CCv	48,60 ^{ns}	58,54 ^{ns}	93,24 ^{ns}
C.V. (%)	17,21	25,04	22,81

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}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.

O crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas de soja foram afetados pelas formas de aplicação de vinhaça, com destaque para aplicação única, que independentemente da concentração, proporcionou as maiores médias para o comprimento, volume e massa fresca do sistema radicular (Tabela 1). Resultados de

eficiência da vinhaça na fisiologia das plantas, já foram descritos em diferentes culturas. Da Silva et al. (2014), ressaltam ganho de incremento de 7, 10 e 15 t ha⁻¹, respectivamente, para cana de 1^a soca, 2^a soca e 3^a soca, após adição de vinhaça. Segundo Basso et al. (2013). A vinhaça tem potencial estimulante na melhora da germinação e vigor de semetes de soja, feijão e arroz, em concentrações inferiores a 20% (GALLI, 2011).

Para o efeito das concentrações de vinhaça sobre o comprimento radicular, independentemente da forma de aplicação, as médias se ajustaram ao modelo de regressão polinomial quadrática, a partir do qual pode-se otimizar as concentrações com vistas a maximização da média dessa variável (Figura 1). A melhor concentração com maior expressão no ganho para o parâmetro avaliado foi observado com 54,63% de vinhaça, o que resultou num aumento de 24,58%. É possível que esse efeito esteja relacionado diretamente aos nutrientes presentes na vinhaça, com grande concentração de matéria orgânica biodegradável, alta concentração de potássio, sulfato, cálcio, magnésio e nitrogênio, o que lhe confere alto potencial como fertilizante natural em substituição adubação mineral (OLIVEIRA et al., 2014).

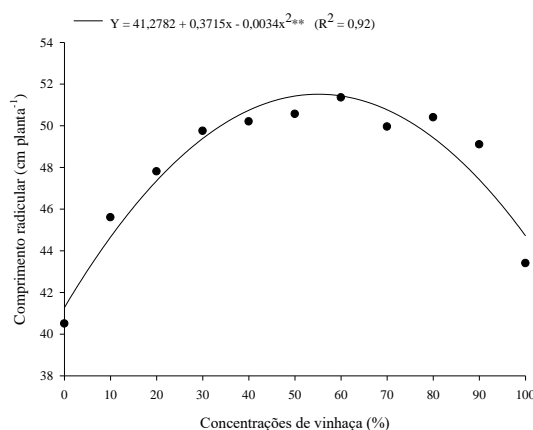


FIGURA 1. Comprimento radicular de plantas de soja, em função das concentrações de vinhaça no manejo de *P. brachyurus*. ** significativo a 1% de significância.

No entanto, percebe-se um decréscimo acentuado do crescimento radicular das plantas para as concentrações superiores a considerada ideal (54,63%), observada nesse resultado (Figura 1). Com isso, o emprego da vinhaça expressa cuidados, tendo em vista, a capacidade de salinização com aplicação desse subproduto e lixiviação de

íons orgânicos, como nitrato, potássio e metais, o que resulta em curto espaço de tempo, aumento de fitotoxicidade (OREN et al., 2004).

Para as variáveis do parasitismo, houve interação entre as formas de aplicação e concentrações de vinhaça, com efeito significativo ($p < 0,01$) apenas para o número de ovos na raiz (Tabela 2). Todavia, com exceção do número de ovos no solo, as demais variáveis foram influenciadas pela atuação individual das concentrações de vinhaça. Enquanto, para as formas de aplicação, apenas o número de ovos no solo e nematoides por grama de raiz, não foram afetadas pela atuação individual do fator. Dias et al. (2000), afirmam que os efeitos antagônicos promovidos pela vinhaça, tem relação direta pela disponibilidade de matéria orgânica, o que viabiliza aumento da biodiversidade e liberação de compostos tóxicos durante a decomposição, contribuindo para a redução da população de nematoides.

Tabela 2. Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as variáveis do parasitismo de *P. brachyurus* em plantas de soja, em função das formas de aplicação (FA) e concentrações de vinhaça (CCv)

Fonte de variação	Variáveis do parasitismo de <i>P. brachyurus</i>						
	JR	NGR	JS	NTRS	OR	OS	FR
(FA)	99661,10*	0,37 ^{ns}	2329600,58**	3676108,01**	3360,58*	301,12 ^{ns}	0,229**
Única	301,4 a	8,93 a	1341,71 a	1715,27 a	54,67 a	17,49 a	0,42 a
Dividida	241,2 b	8,81 a	1050,66 b	1349,66 b	43,62 b	14,18 a	0,33 b
(CCv)	272587,04**	486,61**	4440697,88**	7847724,95**	31507,06**	2101,75 ^{ns}	0,490**
FA x CCv	3614,76 ^{ns}	9,03 ^{ns}	78392,74 ^{ns}	92244,51 ^{ns}	1739,68**	2694,17 ^{ns}	0,005 ^{ns}
C. V. (%)	6,91	18,1	7,51	5,17	17,23	125,68	18,78

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}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. JR - juvenis na raiz; NGR - nematoides por grama de raiz; JS - juvenis no solo; NTRS - nematoides total na raiz e no solo; OR - ovos na raiz; OS - ovos no solo; FR - fator de reprodução.

Para o número de juvenis de *P. brachyurus* na raiz, houve diferença significativa entre as formas de aplicação da vinhaça, com destaque para a aplicação dividida, que resultou média dessa variável em 19,97 % menor, do que os resultados obtidos com única aplicação (Tabela 2). Observa-se, ainda, que o comportamento de eficiência do parcelamento da aplicação de vinhaça, foi observado para as demais

variáveis. Pedrosa et al. (2005), destacam que aplicações de altas concentrações com o subproduto da cana, podem provocar efeito deletério nas plantas. Esse efeito fitotóxico, pode está relacionado à presença do ácido aconítico (AA) presente em gramíneas e na vinhaça (VOLL et al., 2005). Nesse sentido, percebe-se que as aplicações fracionadas reduzem os danos sobre plantas e mantém ação nematicida por maior período.

O parcelamento da vinhaça em duas aplicações também foi mais eficiente na redução do número de juvenis de *P. brachyurus* no solo e do número de nematoides totais na raiz e no solo e do número de ovos na raiz, com respectivos valores dessas variáveis em 21,69 %, 21,31 % e 20,21% menores que os obtidos com única aplicação (Tabela 2).

Ao analisar o fator de reprodução (FR) de *P. brachyurus* em plantas de soja, houve diferença significativa entre as formas de aplicação de vinhaça, com destaque para a aplicação dividida que reduziu o valor dessa variável em 21,43 % comparado a aplicação única (Tabela 2). A forma de aplicação dividida promoveu um efeito nematicida mais prolongado, inibindo o comportamento parasitário da espécie de nematoides sobre a cultura. A manutenção da eficiência da vinhaça quando aplicada de forma parcelada, reforça a preocupação de não ultrapassar a capacidade de retenção de íons no solo, visto que esse subproduto possui grande quantidade de elementos minerais e orgânicos, que podem sofrer lixiviação, sobretudo de nitrato ou potássio (BRITO et al., 2009).

As médias do número de juvenis na raiz (Figura 2A), de nematoides por grama de raiz (Figura 2B), de juvenis no solo (Figura 2C) e de nematoides total na raiz e no solo (Figura 2D), se ajustaram ao modelo de regressão exponencial decrescente em função das concentrações de vinhaça empregadas. Para essas variáveis, foram estimadas através da equação de regressão, as concentrações letais (DL_{50}) de vinhaça correspondente a 10,22%, 7,23%, 16,64% e 12,88%, respectivamente, suficientes para ocasionar a mortalidade de 50% dos nematoides. No entanto, reduções máximas dessas variáveis de 65,38%, 73,97%, 69,56% e 67,90%, foram observadas com vinhaça a partir das respectivas concentrações de 20%, 20%, 30% e 30%. A presença de matéria orgânica na vinhaça permite quando da decomposição, a liberação de compostos tóxicos como amônia, ácidos butírico e ácidos graxos voláteis, o que justifica sua ação nematicida (OKA, 2010).

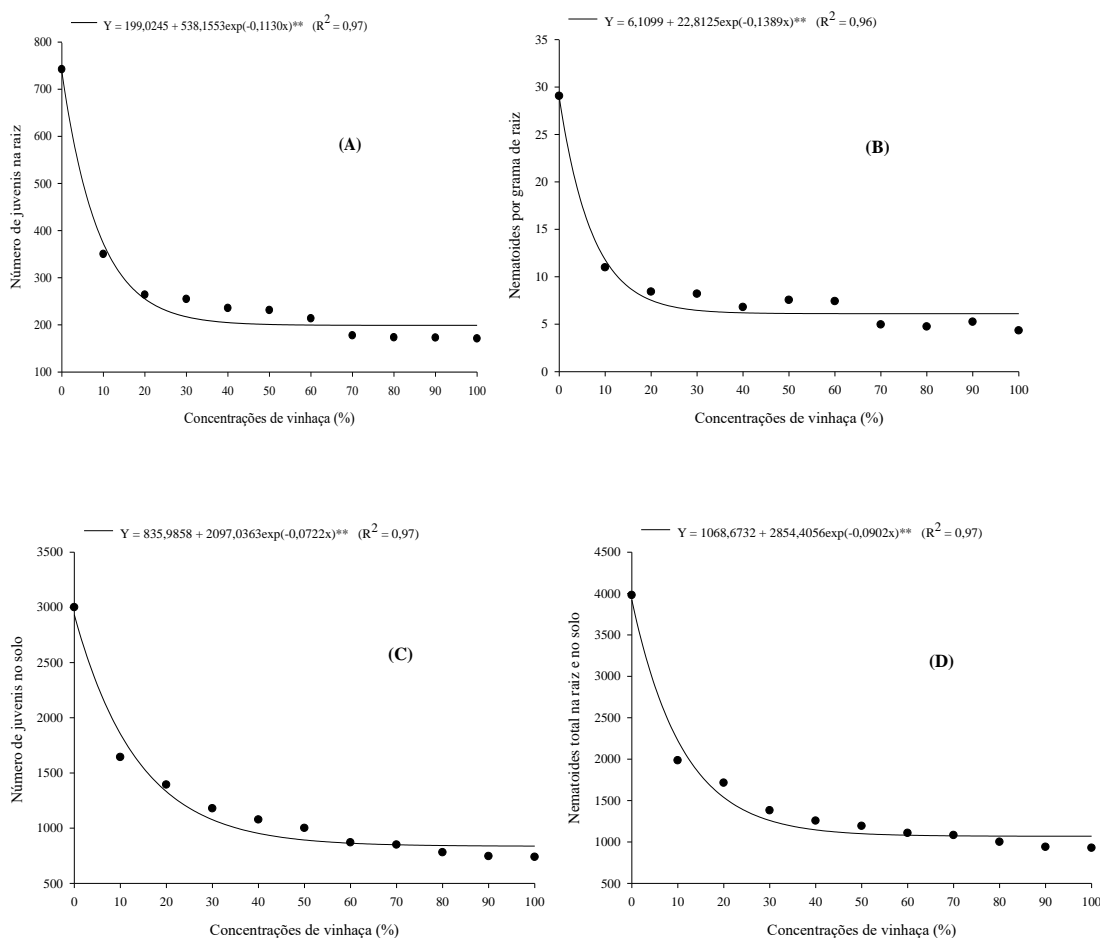


FIGURA 2. Número de juvenis na raiz (A), nematoides por grama de raiz (B), número de juvenis no solo (C), nematoide total na raiz e no solo (D) de *P. brachyurus* em plantas de soja, em função das concentrações de vinhaça. ** significativo a 1%.

De modo geral, percebe-se que a vinhaça promove proteção as plantas contra tais patógenos de solo, no entanto, existe divergência quanto a provável ação sobre os nematoides. Pedrosa et al. (2005), afirmam que a ação da vinhaça na redução de fitonematoides, está relacionada à proliferação de predadores e parasitos. Enquanto, Ricci et al. (2004), acrescentam que com o aumento da biodiversidade no solo, o que promove a liberação de compostos tóxicos oriundo da decomposição de matéria orgânica, os subprodutos tornam-se nematicida potencial, além de aumentar a disponibilidade de nutrientes, reforçando a resistência das plantas aos mais variados patógenos de solo. A riqueza da vinhaça em nutrientes varia de acordo com o tipo de mosto usado na destilaria, sendo a quantidade alta de matéria orgânica uma das

principais razões do seu efeito nematicida. Ainda, pela presença de metabólitos secundários, como compostos fenólicos. Por conseguinte, da aplicação da vinhaça resultam efeitos benéficos na redução de fitonematoides, proporcionando proteção as plantas.

As formas de aplicação da vinhaça influenciaram negativamente no número de ovos de *P. brachyurus* na raiz, com decréscimo exponencial na média dessa variável em resposta as concentrações empregadas (Figura 2E). As menores médias dessa variável foram observadas também com aplicação dividida, pois com apenas 4,13% de vinhaça foi possível haver uma redução de 50% dos ovos na raiz, atingindo percentual máximo de redução (86,62%) com 20% de vinhaça. Enquanto, para a aplicação única, a redução de 50 % dos ovos da raiz só foi possível com aplicação de vinhaça a 13,99 % e, para redução (87,35%) mais expressiva dessa variável, foi necessária à aplicação de uma concentração mais elevada (50%).

Tais resultados corroboram com Pedrosa et al. (2005), que estudando doses de vinhaça ao solo, observaram efeito supressivo aos nematoides, com redução do patógeno diretamente proporcional ao volume empregado. De certo modo, o alto teor de matéria orgânica presente na vinhaça, promove diversas reações sinérgicas, que por sua vez, contribui como fonte de alimentos a vários microrganismos com características antagônicas, que podem neutralizar a atividade parasitária dos nematoides de plantas (FERRAZ et al., 2010).

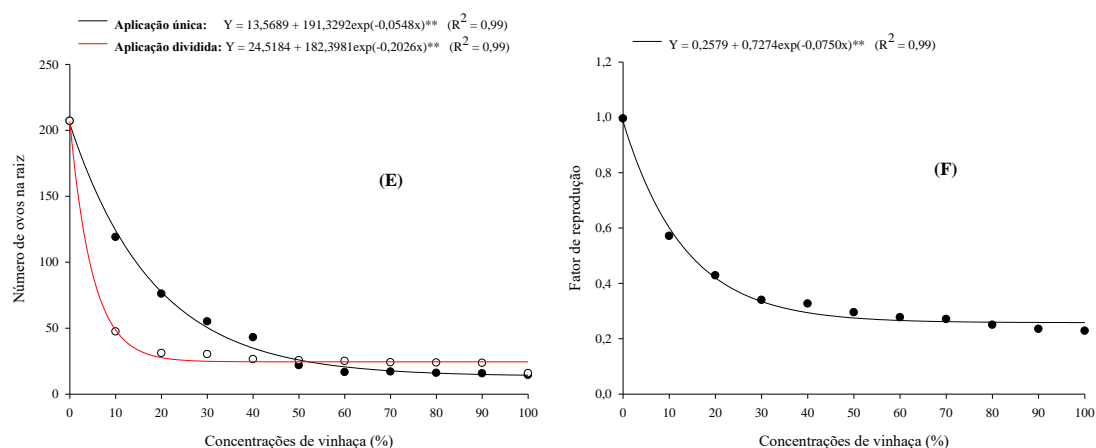


FIGURA 3. Número de ovos na raiz (E) e fator de reprodução (F) de *P. brachyurus* em plantas de soja, em função das formas de aplicação e concentrações de vinhaça. ** significativo a 1%.

Em função das concentrações empregadas, observa-se que o valor do FR foi reduzido exponencialmente em 50%, após aplicação de 15,08% de vinhaça. Redução mais supressiva nessa variável foi observada com concentração a partir de 30%, onde reduziu o FR da testemunha de 0,99 para 0,33, com percentual de decréscimo de 66,70% (Figura 2F). Como se percebe, a redução dessa variável pode ser compreendida como um forte indicativo do potencial supressivo da vinhaça aos nematoides, seja pela fertilização das plantas, ou mesmo, pelo aumento da atividade microbiana antagônica, promovidos em função da adição de vinhaça.

Os resultados obtidos com vinhaça, relativos as concentrações e formas de aplicação, mesmo apresentando potencial de eficiência na redução de todos os parâmetros de parasitismo das espécies de nematoides da soja aqui referidas, merece destacar a necessidade de realização de novos estudos para acompanhamento em áreas abertas, principalmente, quando trata-se de cultura que recebe grandes aportes de insumos. Além disso, a riqueza nutricional que a vinhaça apresenta, merece destaque há muito tempo na fertirrigação em cana-de-açúcar. Dessa forma, a vinhaça poderia se tornar em mais uma alternativa viável, de natureza nutricional e nematicida, contribuindo assim, para uma agricultura limpa, eliminando os efeitos nocivos dos defensivos agrícolas.

4.2. Segundo experimento: Toxicidade de vinhaça sobre *M. incognita* e *M. javanica* na soja

No resumo da análise de variância, não se observou interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores, espécies de nematoides e concentrações de vinhaça, para as variáveis do sistema radicular da soja (Tabela 3). No entanto, todas as variáveis foram influenciadas pela atuação individual dos fatores. Para o efeito do fator referente às espécies de nematoides inoculadas, houve diferença significativa apenas para o volume e massa fresca radicular. Enquanto, as médias de todas as variáveis do sistema radicular diferiram significativamente em função das concentrações de vinhaça (Tabela 3).

O desenvolvimento do sistema radicular foi influenciado pela presença de *M. incognita* e *M. javanica*, com respostas distintas entre as espécies para as variáveis volume radicular (VR) e massa fresca radicular (MFR) (Tabela 3). Sendo que, o melhor

desempenho de proteção da vinhaça foi observado em (VR e MFR), em plantas inoculadas com *M. incognita*, com respectivos percentuais de 24,33% e 14,92%, em relação às plantas inoculadas com *M. javanica*. A relevância a essas duas espécies, assemelha-se ao observado por Asmus (2001), onde destaca que as maiores perdas na produção da soja no Brasil, são provocadas por *M. incognita*, estimadas entre 20% a 30% e, com *M. javanica* chega à ordem de 18%.

Tabela 3. Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as variáveis agronômicas: Comprimento radicular (cm), volume radicular (cm³) e massa fresca radicular (g) de plantas de soja inoculadas com *M. incognita* e *M. javanica*, em função das espécies de nematoides (EN) e das concentrações de vinhaça (CCv).

Fonte de variação	Variáveis agronômicas		
	Comprimento Radicular	Volume Radicular	Massa Fresca Radicular
(EN)	0,03 ^{ns}	315,10**	140,11*
<i>M. incognita</i>	41,50 a	23,45 a	23,57 a
<i>M. javanica</i>	41,45 a	18,86 b	20,51 b
(CCv)	406,04**	129,81**	274,71*
EN x CCv	73,42 ^{ns}	15,81 ^{ns}	9,73 ^{ns}
C.V. (%)	16,06	26,27	20,74

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}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.

Dessa forma, faz-se necessário a busca por diferentes tipos de manejo, a fim de reduzir os efeitos de parasitismo sobre a cultura. Alguns produtos alternativos utilizados nas culturas para manejo de doenças de plantas não tem efeito tóxico direto aos patógenos, porém, podem promover proteção as plantas mediante resistência sistêmica adquirida ou induzida por elicitores, como a produção de compostos químicos, a exemplo das fitoalexinas por atividade enzimática. Fato esse já observado por Guimarães et al. (2008), com aplicação foliar de metil jasmonato e silicato de potássio em cana-de-açúcar, contra o parasitismo de *M. incognita* e *Pratylenchus zaei*.

Outro produto com efeito similar diz respeito ao ácido salicílico, com redução de *M. exígua* em cafeeiro (SALGADO et al., 2007). Nesse sentido, a vinhaça pode auxiliar no sistema de defesa das plantas, pela disponibilidade de nutrientes, como bioestimulantes, com efeito direto na melhoria das condições químicas do solo (SILVA et al., 2006), além da liberação de compostos tóxicos (ácido butírico e ácidos graxos voláteis) após sua decomposição (OKA, 2010), fatores que promovem redução de patógenos do solo.

Para o efeito das concentrações de vinhaça sobre as variáveis do sistema radicular, as médias se ajustaram ao modelo de regressão polinomial quadrática (Figura 3). Comparadas a testemunha, em relação a variável comprimento radicular (Figura 3A), de acordo com a equação de regressão, foi ajustada a melhor concentração de vinhaça (69,11%), que resultou num incremento de 56,68%, na média dessa variável. Para o volume radicular (Figura 3B), houve aumento considerável em função das concentrações de vinhaça, com incremento de 99,34%, após adição de vinhaça ao solo, na concentração de 100%. Enquanto, para a massa fresca radicular (Figura 3C), a concentração com maior expressão de ganho foi observada com 76,63% de vinhaça, atingindo incremento máximo de 108,67%.

Diante dos resultados obtidos para esses parâmetros, entendemos que o potencial mineral e orgânico da vinhaça, proporcionou melhoras nas propriedades químicas do solo, influenciando na nutrição e maior resistência das plantas. Resultados semelhantes foram obtidos por Bebé et al. (2009), os quais após a adição de vinhaça, observaram modificações nas propriedades químicas e físicas do solo, como aumento do pH, acréscimo na disponibilidade nutricional e na capacidade de troca catiônica. Martins et al. (2013), ressaltam incrementos positivos com a aplicação da vinhaça para a cultura de milho, devido ao teor de potássio aumentar proporcionalmente com as doses de vinhaça, favorecendo modificações fisiológicas na planta.

No entanto, observou-se que, nas aplicações com concentrações de vinhaça superiores a 69,11% e 76,63%, respectivamente, o comprimento radicular e a massa fresca radicular são afetados negativamente. O efeito inibitório da vinhaça sobre o desenvolvimento vegetativo das culturas, em função de doses excessivas, já havia sido destacado por Freire e Cortez (2000), ressaltando principalmente a elevação do pH do solo, o que eleva os níveis de sais solúveis, que são prejudiciais à cultura.

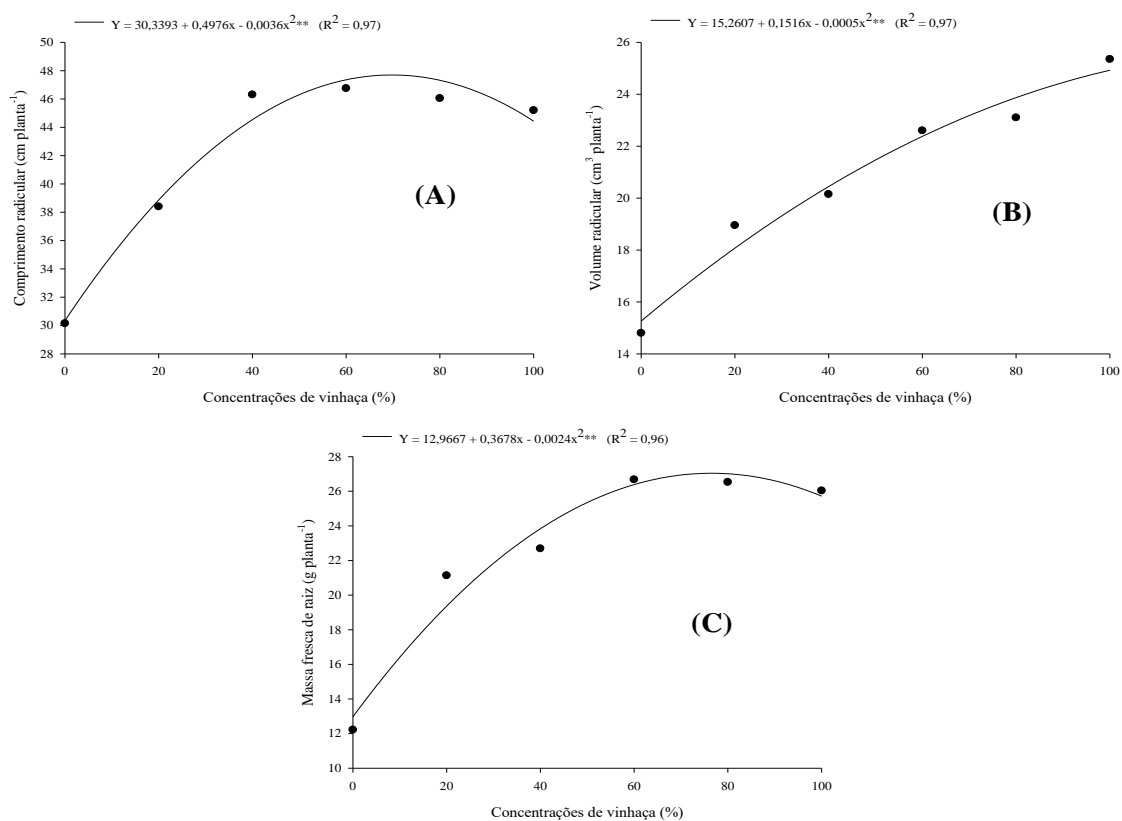


FIGURA 4. Comprimento radicular (A), volume radicular (B) e massa fresca radicular (C) de plantas de soja, em função das concentrações de vinhaça no manejo de *M. incognita* e *M. javanica*. ** significativo a 1% de significância.

Pelos resultados da análise de variância para as variáveis do parasitismo, houve interação entre os fatores espécies de nematoides e concentrações de vinhaça, com efeito significativo ($p < 0,01$) para a maioria das variáveis analisadas, com exceção do número de ovos no solo. Em relação à atuação individual dos fatores, a maior parte das variáveis estudadas apresentaram diferenças significativas, exceto a variável nematoide por grama de raiz, com o fator espécies de nematoides. (Tabela 4).

Com relação às variáveis juvenis na raiz, juvenis no solo, número de galhas e fator de reprodução, houve diferença estatística, com redução de 49,34%; 59,26%; 26,67% e 32,91%, respectivamente, ao parasitismo da espécie *M. javanica*, em relação à presença de *M. incognita*. Já para as variáveis ovos na raiz e ovos no solo, a diferença estatística foi observada também, no entanto, com redução de 56,19% e 67,39%, respectivamente, para a espécie de *M. incognita* em relação a presença de *M. javanica* (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância (quadrados médios e teste F) para as variáveis do parasitismo de *M. incognita* e *M. javanica* em plantas de soja, em função das espécies de nematoides (EN) e concentrações de vinhaça (CCv).

Fonte de variação	Variáveis de parasitismo						
	JR	NGR	JS	NG	OR	OS	FR
(EN)	17957,40**	0,57ns	25833,75**	728,01**	7216,06**	58,01**	0,0026**
<i>M. incognita</i>	70,13 a	4,55 a	70,03 a	26,13 a	17,10 b	0,90 b	0,0395 a
<i>M. javanica</i>	35,53 b	4,74 a	28,53 b	19,16 b	39,03 a	2,76 a	0,0265 b
(CCv)	5296,22**	246,13**	11773,78**	1711,27**	7242,70**	28,49**	0,0043**
EN x CCV	833,56**	19,61**	3135,91**	385,61**	4775,78**	3,37ns	0,0004**
C. V. (%)	25,5	29,01	11,58	13,51	17,06	23,71	18,4

**significativo a 1%; ^{ns}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. JR- juvenis na raiz; NGR- nematoides por grama de raiz; JS-juvenis no solo; NG- número de galhas; OR- ovos na raiz; OS-ovos no solo; FR-fator de reprodução.

As médias do número de juvenis na raiz (Figura 4A) e nematoides por grama de raiz (Figura 4B) das espécies *M. incognita* e *M. javanica*, se ajustaram ao modelo de regressão exponencial decrescente, em função das concentrações de vinhaça adicionadas ao solo. Para essas variáveis, em relação à espécie *M. javanica*, foram estimadas através da equação de regressão as concentrações letais (CL₅₀) de vinhaça, correspondentes a 9,16% e 5,27%, respectivamente, suficientes para ocasionar a mortalidade de 50% dos nematoides. No entanto, reduções máximas dessas variáveis, com valores de 60,27% e 84%, respectivamente, foram observadas na concentração de 20%.

Enquanto, para *M. incognita*, as maiores concentrações letais (CL₅₀) foram estimadas em 62,50% e 15,77% de vinhaça, respectivamente, para reduzir 50% do número de juvenis na raiz e nematoides por grama de raiz. Reduções mais expressivas dessas variáveis de 63,34% e 73,38% foram obtidas nas respectivas concentrações de 100% e 40%.

A vinhaça possui grandes quantidades de elementos que, dependendo da concentração, pode se tornar um poluente indesejável ao meio ambiente, especialmente pela presença de fosfato e nitrato (MEURER et al., 2000). No entanto, quando aplicada, levando em consideração as características de cada tipo de solo, pode interferir positivamente na qualidade físico-química (LYRA et al., 2003), além de neutralizar atividades patogênicas, a exemplo dos nematoides, pela presença de compostos fenólicos, tais como ácido tânico e ácido húmico, que interferem diretamente no seu sistema nervoso central, provocando desorientação e dificuldade na movimentação, o que reduz a capacidade de parasitismo sobre as planta hospedeira (PEGARD et al., 2005).

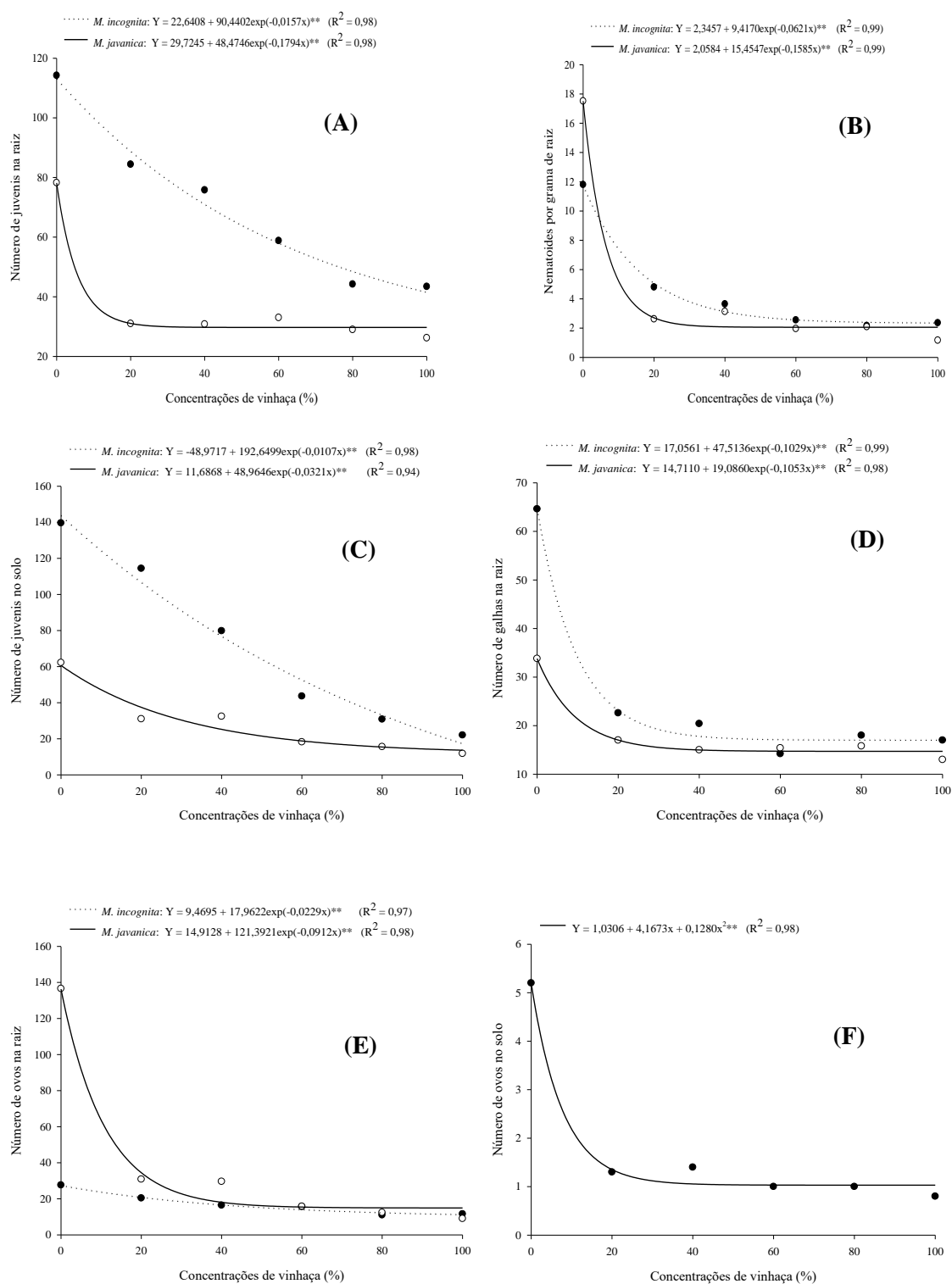


FIGURA 5. Número de juvenis na raiz (A), nematoides por grama de raiz (B), número de juvenis no solo (C), número de galhas na raiz (D), número de ovos na raiz (E) e número de ovos no solo (F) de *M. incognita* e *M. javanica* em plantas de soja, em função das espécies de nematoides e concentrações de vinhaça. ** significativo a 1%.

As concentrações de vinhaça também influenciaram negativamente no número de juvenis de *M. incognita* e *M. javanica* no solo, com redução exponencial na média dessa variável (Figura 4C). A maior supressividade de nematoides do solo, estimada para a espécie *M. incognita*, onde em relação ao valor da testemunha de 143,68 em 100 cm⁻³ de solo, reduziu em 50% após adição de vinhaça ao solo, na concentração de 43,61% e, para redução mais expressiva (88,09%) dessa variável, foi necessária a aplicação de uma concentração mais elevada (100%).

Enquanto, a maior sensibilidade de nematoides no solo à concentração de vinhaça, foi observada para a espécie de *M. javanica*, onde em relação ao valor da testemunha, de 60,65 em 100 cm⁻³ de solo reduziu em 50%, com uma menor concentração de vinhaça de 30,09%, atingindo percentual máximo de redução (68,97%) com 60 % de vinhaça.

Alguns autores reforçam a eficiência da vinhaça sobre os patógenos, quando da decomposição de sua matéria orgânica, o que promove a liberação de ácidos graxos voláteis, com efeitos danosos a fungos e nematoides (LORDELLO, 1984; CAIXETA et al., 2010), o que provavelmente, tenha ocorrido neste estudo. Ao mesmo tempo, a vinhaça serve de fonte nutricional para a multiplicação de microrganismos antagonicos, o que potencializa de forma indireta o controle de agentes patogênicos de plantas (RIEGEL et al., 1996).

Quanto ao número de galhas (Figura 4D) e ovos na raiz (Figura 4E) para *M. incognita* e *M. javanica*, reduziram exponencialmente em resposta as concentrações de vinhaça adicionadas. Para *M. javanica*, a redução na média dessas variáveis em 50%, foi observada com concentrações de vinhaça a 20,57% e 9,04%, respectivamente, e a máxima redução dessas variáveis, foi dos respectivos valores, 55,64% e 86,74%, ocorreu com a concentração de 40% de vinhaça, para ambas as variáveis. Entretanto, para *M. incognita*, o número de galhas e ovos na raiz reduziram em 50%, com vinhaça nas concentrações de 11,06% e 62,98%, enquanto, para o percentual máximo de redução dessas variáveis de 72,38% e 58,85%, foi necessário aplicações de vinhaça a 40% e 100%, respectivamente. De modo semelhante, Pedrosa et al. (2005), constataram decréscimo para o número de ovos e juvenis de nematoides de galhas, com o aumento da taxa de vinhaça adicionada à cana.

No entanto, são poucas as informações que explicam a ação direta da vinhaça sobre os fitonematóides. Porém, acredita-se que, a eficiência da vinhaça está associada à proliferação de inimigos naturais e da atividade e biodiversidade dos nematóides, fitoparasitos ou não, no ecossistema (ALBUQUERQUE et al., 2002).

Para o número de ovos no solo de *M. incognita* e *M. javanica*, em função das concentrações de vinhaça, independentemente das espécies de nematoides, houve decréscimo exponencial nessa variável (Figura 4F). A redução de 50% dessa variável, foi possível após aplicação de vinhaça na concentração de 7,63%. No entanto, redução máxima (73,98%), só foi observada com adição de vinhaça a 20%. Esses resultados sinalizam a potencialidade da vinhaça sobre os nematoides no solo, notadamente, sobre novas gerações. Matos et al. (2011), avaliando o efeito da vinhaça na fertirrigação, nas comunidades de nematóides e atributos químicos do solo, verificaram redução do número total de nematóides em relação à área não irrigada. Esses mesmos autores, afirmam que a dinâmica populacional dos nematóides é dependente das características químicas do solo.

Ao analisar o fator de reprodução (FR) de nematoide das galhas em plantas de soja, houve redução significativa na reprodução de *M. incognita* e *M. javanica*, após aplicação de concentrações de vinhaça (Figura 5). Para *M. javanica*, observou-se que o valor do FR de 0,071 da testemunha reduziu exponencialmente em 50%, após aplicação de vinhaça na concentração 9,26%, atingindo percentual máximo de redução (69,02%) com vinhaça a 20%. Para *M. incognita*, foi necessária uma maior concentração de vinhaça (41,43%), para reduzir o FR da testemunha de 0,073, em 50%. No entanto, redução mais supressiva (72,16%) nessa variável, foi observada com vinhaça na concentração a 100%.

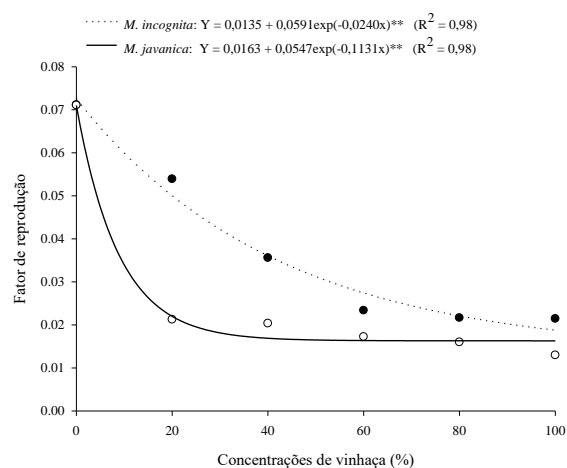


FIGURA 6. Fator de reprodução de *M. incognita* e *M. javanica* em plantas de soja, em função das espécie de nematoides e concentrações de vinhaça. ** significativo a 1%.

Portanto, a incorporação de matéria orgânica no solo através da vinhaça, possibilita a melhora na nutrição das plantas, já que os nutrientes exercem funções distintas no metabolismo vegetal, auxiliando no seu crescimento e desenvolvimento e influenciando no sistema de resistência das plantas aos patógenos.

5. Conclusões

- 1- A vinhaça aplicada ao solo reduz a população de *Pratylenchus brachyurus* e promove melhor crescimento e desenvolvimento do sistema radicular da soja;
- 2- A forma de aplicação dividida de vinhaça apresenta melhor eficiência na redução *P. Brachyurus*;
- 3- As concentrações a partir de 20% de vinhaça reduz o parasitismo de *P. brachyurus* em soja;
- 4- A aplicação de vinhaça no solo reduz significativamente a presença *M. incognita* e *M. javanica* na soja;
- 5- O efeito nematicida da vinhaça foi diretamente proporcional ao volume empregado para as duas espécies de nematoides de galhas;
- 6- A concentração equivalente a 60% foi positiva tanto para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, quanto para a redução do parasitismo dos nematoides de galhas na soja.

6. Referências Bibliográficas

AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 4th ed. New York, EUA: Academic Press, 1997. p. 635.

AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit>. Acesso em: 10 de jan. de 2016.

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; ÁVILA, M.R.; SUZUKI, L.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas-SP, v. 67, n. 4, p. 865-873, 2008.

ALMEIDA, A.M.R. Vírus de soja. **Revista Cultivar**, Pelotas-RS, p. 26-32, 2000.

ALMEIDA, A.M.R. **Viroses da soja no Brasil**: Sintomas, Etiologia, Controle. 1ª ed. Londrina-PR: Embrapa Soja, 2008. Doc. 306, 62 p.

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. **Nematropica**, Flórida, EUA, v. 42, n. 1, p. 9-15, 2012.

ALMEIDA, F.A.; CARVALHO, R.M.; LEITE, M.L.T.; FONSECA, W.L.; PEREIRA, F.F. Reação de cultivares de soja aos nematoides das galhas. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 59, n. 3, p. 228-234, 2016.

ARAÚJO, F.F.; SILVA, J.F.V.; ARAÚJO, A.S.F. Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 32, n. 2, p. 197-202, 2002.

ARAÚJO, F.F.; MARCHESI, G.V.P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 39, n. 5, p. 1558-1561, 2009.

ASMUS, G.L. Danos causados à cultura da soja por nematóides do gênero *Meloidogyne*. In: SILVA, J.F.V. (Org.). Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja. 1ª ed. Londrina-PR: Embrapa Soja-**Sociedade Brasileira de Nematologia**, 2001. cap. 2, p. 39-62.

ASMUS, G.L.; RICETTI, A. Rotação de culturas para o manejo do nematoide reniforme em algodoeiro. 1ª ed. Dourados-MS: **Embrapa Agropecuária Oeste**, (Boletim de pesquisa e desenvolvimento), 2010. v. 55, p. 26.

ATKINS, S.D.; HIDALGO-DIAZ, L.; KALISZ, H.; MAUCHLINE, T.H.; KIRSCH, P.R.; HERRY, B.R. Development of a new management strategy for the control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in organic vegetable production. **Journal of Pest Management Science**, Nova York, EUA, v. 59, n. 2, p. 183-189, 2003.

BARBOSA, K.A.G.; SEII, A.H.; ROCHA, M.R da. TEIXEIRA, R.A.; SANTOS, L. de C.; ARAUJO, F. de G. Interação entre herbicidas e cultivares de soja sobre o nematoide de cisto *Heterodera glycines*. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 30, n. 1, p. 154-163, 2014.

BARROCAS, E.N.; MACHADO, J. da C. Associação e metodologia de detecção de vírus em sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina-PR, v. 20, n. 3, p. 76-77, 2010.

BARROS, A.C.B.; MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R. Aplicação de terbufós no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zae* em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. Parte 1 - Efeitos na cana planta. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba-SP, v. 24, n. 1, p. 73-78, 2000.

BARROS, A.C.B.; MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R. Estudos sobre aplicações conjuntas de herbicida e nematicidas sistêmicos na eficácia dos nematicidas em cana-de-açúcar. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília-DF, v. 31, p. 254-259, 2006.

BASSO, C. J.; SANTI, A. L.; LAMEGO, F. P.; SOMAVILLA, L.; BRIGO, T.J. Vinhaça como fonte de potássio: resposta da sucessão aveia-preta/milho silagem/milho safrinha e alterações químicas do solo na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 43, n. 4, p. 596-602, 2013.

BATISTA, T. F. C.; ALVES, K. F.; SANTOS-FILHO, B. G.; RODRIGUES, R. C.; OLIVEIRA, F. C.; TAVARES, A. E. B. Ocorrência de fungos e nematoides fitopatogênicos em áreas reflorestadas pela Petrobrás oriundas da exploração petrolífera no município de Coari, Amazônia; **Revista de Ciências Agrárias**, Belém-PA, v. 47, p. 163-171, 2007.

BEBÉ, F. V.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, G. B.; OLIVEIRA, V. S. Avaliação de solo sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 13, n. 6, p. 781-187, 2009.

BERGMANN, J.C.; TUPINAMBÁ, D.D.; COSTA, O.Y.A.; ALMEIDA, J.R.M.; BARRETO, C.C.; QUIRINO, B.F. Biodiesel production in Brazil and alternative biomass feedstocks. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Golden, EUA, v. 21, n. 21, p. 411-420, 2013.

BLACK, R.J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectivas. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed). **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba-SP, ESALQ/LPV, 2000. p. 1-17.

BONETI, J.I.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA, XIV, Porto Alegre, RS. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília-DF, v. 6, p. 553, 1981.

BORGES, F.G.; KUHN, O.J.; BATTISTUS, A.G.; ESTEVEZ, R.L.; COLTRO, S. Toxidade de tratamentos alternativos e químicos in vitro sobre *Tubixaba tuxaua* e *Meloidogyne incognita*. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon-PR, v. 12, Suplemento, p. 440-449, 2013.

BRITO, F. M.; ROLIM M.M.; PEDROSA, E.M.R.. Efeito da aplicação de vinhaça nas características químicas de solos da zona da mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 4, n. 4, p. 456-462, 2009.

CAIXETA, L. DE B.; BARBOSA, N. M. R.; BARROS, P. A.; LEITÃO, D. A. H. S.; PEDROSA E. M. R. Efeito da fertirrigação com vinhaça na distribuição espacial de fitonematóides em solo cultivado com cana-de-açúcar. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10. 2010, Recife. **Anais...** Recife-PE: UFRPE, 2010.

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

CARNEIRO, R.M.D.G.; ALMEIDA, M.R.A.; QUENEHERVE, P. Enzyme phenotypes of *Meloidogyne* spp. populations. **Nematology**, Leiden-NL: Brill, v. 2, n. 6, p. 645-654, 2000.

CASELA, C.R. Variabilidade genética de patógenos e resistência de cultivares. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8. 2005, Campinas. **Anais...** Campinas-SP: Instituto Agrônomo, 2005. p. 189-194.

CASTILLO, P.; VOVLAS, N. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management. Leiden-NL: Brill, v. 6, p. 53, 2007.

CELOTO, M.I.B.; PAPA, M.F.S.; SACRAMENTO, L.V.S.; CELOTO, F.J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum**, Maringá-PR, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008.

CEPRO - FUNDAÇÃO CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ, Governo do Estado do Piauí. **Conjuntura econômica: boletim analítico anual** 2014. Disponível em: <http://www.cepro.pi.gov.br/>. Acesso em: 20 de junho 2015.

CIBIS, E.; KRZYWONOS, M.; MISKIEWICZ, T. Aerobic biodegradation of potato slops under moderate thermophilic conditions: effect of pollution load. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 4, p. 679-685, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. Safra 2012/2013. v. 1, n. 11, p. 45. Décimo primeiro levantamento. Brasília-DF: CONAB, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. Safra 2013/2014. v. 1, n. 9, p. 33. Nono levantamento. Brasília-DF: CONAB, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. Safra 2015/16. v. 3, n. 1, p. 30. Primeiro levantamento. Brasília-DF: CONAB, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **Perspectivas para a agropecuária**. Safra 2015/2016. v.3, p. 1-130. Brasília-DF:CONAB, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **Perspectivas para a agropecuária**. Safra **2016/2017**. v. 4, p. 1-129. Brasília-DF CONAB, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2015/16. v.3, n.12, p. 65. Décimo Segundo Levantamento. Brasília-DF: CONAB, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2016/17. v. 4, n. 2, p. 32. Segundo levantamento. Brasília-DF: CONAB, 2016.

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

COSAVE. COMITE DE SANIDAD VEGETAL DEL CONO SUR. **Plagas Cuarentenarias: *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens***. 2003. p. 4. Disponível em: <http://www.cosave.org.py>. Acesso em: 20 nov. de 2015.

CRUZ, J.I.; PORTUGAL, R.S.; LUCENDO, M.C.H.; ELIS, V.R.; FACHIN, S.J.S.; USTRA, A.T.; BORGES, W.R. Detecção de contaminação de solo por vinhaça através de análise de dados de eletrorresistividade. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro-RJ, v. 26, n. 4, p. 481-492, 2008.

DA SILVA, A.P.M; BONO, J.A.M.; PEREIRA, F. A. R. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 18, n. 1, p. 38-43, 2014.

DHINGRA, O.D.; MENDONÇA, H.L.; MACEDO, D.M. Doenças e seu controle. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Tecnologia de produção e usos da soja**. 2009. Londrina-PR: Mecenas, p. 133-155.

DIAS, W.P.; SILVA, J.F.V.; WAIN, A.L.; PEREIRA, J.E. Distribuição de raças de *Heterodera glycines* no Brasil. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA. **O nematóide de cisto da soja: a experiência brasileira**. Jaboticabal-SP: Artsigner Editores, p. 95-103, 1999.

DIAS, C.R.; SCHWAN, A.V.; EZEQUIEL, D.P.; SARMENTO, M.C.; FERRAZ, S. Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais na sobrevivência de juvenis de *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, Brasília-DF, v. 24, n. 2, p. 203-210, 2000.

DIAS, W.P.; CAMPOS, V.P.; KIIHL, R.A.S.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F. Genetic control in soybean of resistance to soybean cyst nematode race 4⁺. **Euphytica**, Dordrecht-HL, v. 145, n. 3, p. 321-329, 2005.

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-SP, v. 33, n. 1, p. 1-16, 2009.

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-PR, p. 173-206, 2010.

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; CARNEIRO, G.E. de S. **Nematoides em soja: identificação e controle**. Circular Técnica, Londrina-PR: EMBRAPA, 2010. v. 76. p. 8., 2010.

DIAS, W.P.; ORSINI, I.P.; RIBEIRO, N.R.; PARPINELLI, N.M.B.; FREIRE, L.L. Hospedabilidade de plantas daninhas a *Pratylenchus brachyurus*. CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 30, 2012, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia-MG: Universidade Federal de Uberlândia e Sociedade Brasileira de Nematologia, 2012.

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

ELIAS NETO, A.; NAKAHODO, T. **Caracterização físico-química da vinhaça** (Projeto nº 9500278 - Relatório técnico da seção de tecnologia de tratamento de águas do centro de tecnologia). Piracicaba-SP: Coopersucar, p. 26, 1995.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, Brasília-DF, p. 212, 1997.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil**, 1999/2000. Londrina-PR: Embrapa-Soja, p. 226, 2000.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja na região Central do Brasil**, 2003. Londrina-PR: Embrapa Soja, p. 273, 2003.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção de Soja na região Central do Brasil**, 2007. Londrina-PR: Embrapa Soja, p. 225, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja na região central do Brasil**, 2009/2010, Londrina-PR: Embrapa Soja, p. 262, 2008.

EMBRAPA. **Nematoides em soja: identificação e controle**. Londrina-PR: Embrapa Soja, 2010, (circular técnica 76), p. 8, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja na região central do Brasil**, 2012/2013. – Londrina-PR: Embrapa Soja, p. 262, 2011.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja na região Central do Brasil – 2011/2012**. Londrina-PR: Embrapa Agropecuária Soja-Oeste, p. 261, 2012.

EMBRAPA. **Sistema de Produção de Soja na Região Central do Brasil**, 2014. Londrina-PR: Embrapa Soja, p. 282, 2015.

EPPO. *Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* In: Quarantine Pests for Europe. 3ª ed. **CAB International**, Wallingford, UK. v. 41, p. 320-328, 2011.

FARIAS, J.R.B.; ASSAD, E.D.; ALMEIDA, I.R. DE; EVANGELISTA, B.A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo-RS, v. 9, n. 3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p. 415-421, 2001.

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. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja**. Londrina-PR: Embrapa Soja, p. 15-38, 2001.

FERRAZ, S.; DIAS, C.R.; FREITAS, L.G. Controle de nematoides com práticas culturais. In: ZAMBOLIM, L. (ed). Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 1-52, 2001.

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

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo Sustentável de Fitonematoides**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 306, 2010.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo Sustentável de Fitonematoides**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 304, 2012.

FERREIRA, A.D. **Reação de genótipos de soja e milho ao nematoide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus***. 2010, 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

FINOTO, E.L.; CARREGA, W.C.; SEDIYAMA, T.; ALBUQUERQUE, J.A.A.; CECON, P.R.; REIS, M.S. Efeito da aplicação de fungicida sobre caracteres agronômicos e severidade das doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista-RR, v. 5, n. 1, p. 44-49, 2011.

FONSECA, R.G. **Comportamento de híbridos de milho em sucessão à soja, ao nematoide *Pratylenchus brachyurus***. 2012. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

FONSECA, W.L.; ALMEIDA, F.A.; OLIVEIRA, A.M.; LEITE, M.L.T.; PROCHNOW, J.T.; RAMOS, L.L. Toxicity of manipueira to *Meloidogyne incognita* in soybean. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 46, n. 4, p. 413-420, 2016.
FREIRE, W.J.; CORTEZ, L.A.B. **Vinhaça de cana-de-açúcar**. Guíba: Agropecuária, p. 203, 2000.

FREITAS, L.G.; OLIVEIRA, R.D.L.; FERRAZ, S. **Introdução à Nematologia**. Caderno didático, 2001. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, n. 58, p. 84.

FREITAS, L.G.; LIMA, R. D'ARC de.; FERRAZ, S. **Introdução à Nematologia**. Caderno didático, 2009. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, n. 58, p. 90.

GALLI, A. P. **Tratamento de semente de feijão, soja e arroz com vinhaça de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2011. 90f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

GARDIANO, C.G. **A atividade nematicida de extratos aquosos e tinturas vegetais sobre *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949**. 2006. 92f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

GLÓRIA, N.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação de vinhaça: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. **Álcool e Açúcar**. São Paulo-SP, v.4, n.15, p. 22-31-39, 1984.

GONÇALVES, F.J.T.; BARBOSA, F.G.; LIMA, J.S.; COUTINHO, I.B.L.; OLIVEIRA, F.C.; ROCHA, R.R.; ANDRADE NETO, M. Atividade antagonista do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae) sobre *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Campinas-SP, v.18, n.1, p.149-156, 2016.

GOULART, A. M. C. **Nematoides das lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*)**. 2008. Doc., 219, p. 30. Planaltina-GO: Embrapa Cerrados. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br>. Acesso em 20 nov. de 2015.

GUIMARÃES, L.M.P.; PEDROSA, E.M.R.; COELHO R.S.B.; CHAVES A.; MARANHÃO, S.R.V.L.; MIRANDA, T.L. Efeito de metil jasmonato e silicato de

potássio no parasitismo de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zeae* em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba-SP, v. 32, n. 1, p. 50-55, 2008.

GURGEL, F. L. **A cultura da soja**. 2007. Disponível em: <http://www.agronline.com.br>. Acesso em 02 dez. de 2015.

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

HARTMAN, K.M.; SASSER, J.N. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. In: BARKER, K.R.; CARTER, C.C.; SASSER, J.N. (Ed.): An advanced treatise on *Meloidogyne*. v. 2, Methodology. 1985. Raleigh, North Carolina, USA, **North Carolina State University Graphics**, p. 69-77.

HASSAN, S.M.E.; RAHMAN, M. SQ.; KABIR, M.A.; HASAN M.R.; SARKER, M.G.M. Effect of some plant extracts on the root-knot (*Meloidogyne javanica*) of lady's finger. **Agricultural Science Digest**, Sadar-IN, v.23, n.1, p.63-64, 2003.

HENNING, A.A.; ALMEIDA, A.M.R.; GODOY, C.V.; SEIXAS C.D.S.; YORINORI, J.T.; COSTAMILAN L.M.; FERREIRA, L.P.; MEYER, M.C.; SOARES, R.M.; DIAS, W.P. **Manual de identificação de doenças de soja**. Londrina-PR: Embrapa CNPSo, v. 256, p. 72, 2005.

HENNING, A.A. Manejo de doenças da soja (*Glycine max* L. Merrill). **Informativo Abrates**, Londrina-PR, v. 19, n.3, 2009.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores da produção agrícola**. Estatística da produção agrícola, 2016. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20 de dez. de 2016.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normal climatológica**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 16 de set. de 2015.

INOMOTO, M.M.; ASMUS, G.L.; SILVA, R.A.; MACHADO, A. C. Z.; **Nematoides: uma ameaça à cotonicultura brasileira**. São Paulo-SP: Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. p. 15, 2007.

INOMOTO, M.M.; ASMUS, G.L.; SILVA, R.A. Importância e manejo dos nematoides da soja. **Boletim de Pesquisa da soja**, Rondonópolis-MG, n. 14, p. 276-288, 2010.

INOMOTO, M.M.; SILVA, R.A. Importância dos nematoides da soja e influência da sucessão de cultura. **Boletim de Pesquisa da Soja**, Rondonópolis-MG, n. 15, p. 392-399, 2011.

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. **Journal of Crop Protection**, Guildford-UK, v. 26, p. 911-916, 2008.

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

JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; JULIATTI, F.C. Manejo integrado de doenças na cultura da soja. Uberlândia-MG: **Composer**, p. 327, 2004.

JULIATTI, F.C.; SAGATA, E.; JULIATTI, B.C.M. Ranqueamento de genótipos de soja com resistência parcial por diferentes métodos de inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* submetidos à análise de correlação **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 29, n. 3, p. 681-689, 2013.

JUNQUEIRA, N.T.V.; JUNQUEIRA, K.P.; BRAGA, M.F.; SILVA, D.G.P. da. Potencial de defensivos de origem vegetal e mineral para o controle de doenças em frutíferas tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS, 3, 2006, Belém. **Palestras...** Belém-PA: Embrapa, 2006. p. 158.

KAVITHA, J.; JONATHAN, E.I.; UMAMAHESWARI, R. Field application of *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* and *Trichoderma viride* for the control of *Meloidogyne incognita* in sugarbeet. **Journal of Biological Control**, Bangalore-IN v.21, p.211-215, 2007.

KIM, D.H.; KIM, K.H.; VAN, K.; KANG, Y.J.; YOON, M.Y.; MOON, J.K. RNA-Seq analysis of a soybean near-isogenic line carrying bacterial leaf pustule-resistant and susceptible alleles. **DNA Research**, Oxford-UK, v. 18, p. 483-497, 2011.

KOONA, S.; BUDIDA, S. Antibacterial potencial of the extracts of the leaves of *Azadirachta indica* Linn. **Notulae Scientia Biologicae**, Cluj-Napoca, v. 3, n. 1, p. 65-69, 2011.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas-RS, v. 12, n. 2, p. 163-166, 2006.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. **Wall-map 150cmx200cm**, 1928.

LEANDRO, H.M.; ASMUS, G.L. Rotação e sucessão de culturas para o manejo do nematoide reniforme em área de produção de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 45, n. 6, p. 945-950, 2015.

LIAN L.H.; TIAN, B.Y.; XIONG, M.Z.; ZHU, M.Z.; XU, J.; ZHANG, K.Q. Proteases from *Bacillus*: a new insight into the mechanism of action for rhizobacterial suppression of nematode populations. **Letters in Applied Microbiology**, v. 45, n. 3, p. 262-269, 2007.

- LIMA, R.D.; FERRAZ, S.; SANTOS, J.M. dos. Ocorrência de *Heterodera glycines* sp., em soja no Triângulo Mineiro. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba-SP, v. 16, p. 101-102, 1992.
- LOPES, C.A.; SANTOS, J.R.M. **Doenças do tomateiro**. Brasília-DF: Embrapa-SPI, p.67, 1994.
- LOPES, E.A.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; FERREIRA, P.A.; AMORA, D.X. Efeito de extratos aquosos de mucuna preta e de manjerição sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba-SP, n. 1, v. 29, p. 67-74, 2005.
- LORDELLO, L.G.E. **Métodos gerais de controle**. In: LORDELLO, L.G.E. (Ed.) Nematóides das plantas cultivadas. 1984. São Paulo-SP: Nobel, p. 81-123, 1984.
- LUDOVICE, M.T.F. **Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre o lençol freático**. 1997. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas,-SP.
- MACHADO, A.C.Z.; BELUTI, D.B.; SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.S.; INOMOTO, M.M. Avaliação de danos causados por *Pratylenchus brachyurus* em algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília-DF. v. 31, p. 11-16, 2006.
- MARAHATTA S. P.; WANG K.H.; SIPES B.S.; HOOKS.C.R.R. Effects of *Tagetes patula* on active and inactive stages of root-knot nematodes. **Journal of Nematology**, Hanôver-GER, v.44, n.1, p.26-30, 2012.
- MARQUES, M.O. Aspectos técnicos e legais da produção, transporte e aplicação de vinhaça In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Org). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. 2006. Piracicaba-SP: Editorial, p. 369-375.
- MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M. de; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. **Plantas medicinais**. Viçosa,-MG: Editora UFV, 2003.
- MARTINS, Y. A. M.; BARBOSA, K. de P. SILVA, P. C.; COSTA, R. A.; COSTA, A. R. da; Aplicação de diferentes doses de vinhaça sob o desenvolvimento vegetativo de plantas de milho. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia-GO, v. 9, n. 16, p. 277, 2013.
- MARTINS, M.da C.B.; SANTOS, C.D.G. Ação de extratos de plantas medicinais sobre juvenis de *Meloidogyne incognita* raça 2. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 47, n. 1, p. 135-142. 2016.
- MATOS, P.S.; COIMBRA, J.L.; SANTOS, F. da S.; SANTOS, J.B. Ocorrência de fitonematoides em plantios de algodão no oeste da Bahia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande-PB, n. 10, v. 2, p. 29-38, 2010.

MITKOWSKLI, N.A.; ABAWI, G.S. Nematóide das galhas (tradução para o Português por E.A. Lopes, R. Dallemole-Giaretta e B.S.Vieira, 2011). **The Plant Health Instructor**, Wooster, OH, EUA, 2003.

MIZUBUTI, E.S.G.; MAFFIA, L.A. Aplicação de princípios de controle no manejo ecológico de doenças, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v. 22, p. 9-18, 2001.

MONDINE, M.L.; VIEIRA, C.P.; CAMBRAIA, L.A. **Época de semeadura**: um importante fator que afeta a produtividade da cultura da soja. Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, doc. 34, p. 16, 2001.

MONTOYA, M.A. O agronegócio no Mercosul: dimensão econômica, desenvolvimento industrial e interdependência estrutural na Argentina, Brasil, Chile e Uruguai. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro-RJ, v. 56, n. 4, p. 605-660, 2002.

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. 85f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP.

MORANDI, M.A.B.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas**: usos e perspectivas. 2009. Jaguariúna-SP: Embrapa Meio Ambiente, p. 15-28.

NEVES, W.S.; DALLEMOLE. GIARETTA, R.; ZOOCA, R.J.F.; COUTINHO, M.M. efeitos de extratos botânicos sobre a eclosão e inativação de juvenis de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, São Luiz-MA, v. 4, n. 1, p. 8-16, 2010.

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

NTALLI, N.G.; NASIOU, E.; MENKISSOGLU-SPIROUDI, U. Evaluation of essential oils from rosemary, orange, lavender and false yellowhead on hatching and motility of root-knot nematode. **Journal of Agricultural Science and Technology**, New York, EUA, v. 3, n. 8, p. 603-616, 2013.

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments – A review. **Applied Soil Ecology**. Amsterdam-NL, v. 44, p. 101-115, 2010.

OLIVEIRA, C.M.G.; TOMAZINI, M.D.; BESSI, R.; INOMOTO, M.M. Nematóides. In: EIRAS, M.; GALLETI, S.R. (Ed.). **Técnicas de diagnóstico de fitopatógenos**, 2012. São Paulo-SP: Devir Livraria, p.103-136.

OLIVEIRA, W.S.; BRITO, M.E.B.; ALVES, R.A.B.; SOUZA, A.S.; SILVA, E.G. Cultivo da cana-de-açúcar sob fertirrigação com vinhaça e adubação mineral. **Revista**

Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró-RN, v. 9, n. 1, p. 01-05, 2014.

OOSTENBRINK, M. Major characteristic of relation between nematodes and plants. **Mededelingen Landbouwhogeschool**, Wageningen-NL, v. 66, n. 4, p. 146, 1966.

OREN, O.; YECHIELI, Y.; BOEHLKE, J. K.; DODY, A. Contamination of groundwater under cultivated fields in an arid environment, Central Arava Valley, Israel. **Journal of Hydrology**, Jerusalém-IL, v. 209, n. 34, p. 312-328, 2004.

PAULA, S.R. de ; FAVARET FILHO, P. Panorama do complexo soja. 1998. Rio de Janeiro-RJ: **BNDES Setorial**, n. 8, p. 119-152.

PAULINO, J.; ZOLIN, C.A.; BERTONHA, A.; FREITAS, P.S.L.; FOLEGATTI, M.V. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo. II. Características da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 15, p. 244-249, 2011.

PARIHAR K.; REHMAN, B.; SIDDIQUI, M. A. Nematicidal potential of aqueous extract of botanicals on *Meloidogyne incognita* in vitro. **Current Nematology**, Allahabad-IN, v. 22, n. 1, p. 55-61, 2011.

PEDROSA, E.M.R.; ROLIM, M.M; ALBUQUERQUE, P.H.S.; CUNHA, A. C. Supressividade de nematóides em cana-de-açúcar por adição de vinhaça ao solo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 9, p. 197-201, 2005.

PEGARD, A.; BRIZZARD, G.; FAZARI, A.; SOUCAZE, O.; ABAD, P.; DJIANCAPORALINO, C. Histological Characterization of resistance to different root-knot nematode species related to phenolics accumulation in *Capsicum annuum*. **Phytopathology**, Nice, v. 95, p. 158-165, 2005.

PENATTI, C.P. Avaliação nutricional em cana colhida sem a queima da palha. **Relatório Interno Coopersucar-RT974**. 1999. Piracicaba-SP: Coopersucar, p. 36.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa phytopathol**, Botucatu-SP, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v.11, n. 129, p.16-27, 1985.

RANZANI, G. Conseqüências da aplicação de restilo ao solo. **Anais da Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba-SP, v.12, p.57-68, 1956.

RIBEIRO, N.R. Avaliação da resistência de genótipos de milho, sorgo e milheto a *M. javanica* e a *M. incognita* raça 3. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Brasília-DF, v. 1, n. 3, p. 102-103, 2002.

RIBEIRO, N.R.; DIAS, W.P.; SANTOS, J.M. Distribuição de fitonematoides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. **Boletim de Pesquisa de Soja**, Rondonópolis-MG: Fundação Mato Grosso p. 289-296, 2010.

RIBEIRO, N.R.; MIRANDA, D.M.; FAVORETO, L. Nematoides um desafio constante. **Boletim de Pesquisa de Soja**, Rondonópolis-MG: Fundação Mato Grosso, p. 400-414, 2011.

RIBEIRO, H.B.; XAVIER, A.A.; CAMPOS, V.P.; MIZOBUTSI, E.H. Resíduos de frutos de pequi no controle do nematoide das galhas em tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 30, n. 3, p. 453-458, 2012.

RICCI, M.S.F.; ALMEIDA, D.L.; FERNANDES, M.C.A.; RIBEIRO R.L.D.; CATANHEIDE, M.C.S. Efeitos da solarização do solo na densidade populacional da tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 35, n. 11, p. 129-135, 2004.

RIEGEL, C.; FERNANDEZ, F.A.; NOE, J.P. *Meloidogyne incognita* infested soil amended with chicken litter. **Journal of Nematology**, Gainesville, v.28, p.369-378, 1996.

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

ROBERTS, P.A. **Concepts and consequences of resistance**. In: STARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (Eds.). Plant resistance to parasitic nematodes. Wallingford-UK: CAB International, 2002. p. 23-41.

RODRIGUES, F. da S.; SERATTO, C.D. (Org.) **Cadeias produtivas da cana-de-açúcar, do algodão e de frutas**. 2012. 199f. Monografia (Graduação em Agronegócio –EaD). Centro Universitário de Maringá. Núcleo de Educação a Distância, Maringá-PR. ROSSETTO, A.J. Utilização agronômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: PARANHOS, S.B. (ed.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas-SP: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 435-504.

SALGADO, S.M.L.; RESENDE, M.L.V.; CAMPOS, V.P. Efeito de indutores de resistência sobre *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 31, n. 4, p. 1007-1013, 2007.

SARTORATO, A.; YORINORI, J.T. Oídios de leguminosas: feijoeiro e soja. In: SADNIK, MJ; RIVERA, MC. **Oídios**. Jaguariúna-SP, Embrapa Meio Ambiente, 2001. p.484.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Revista Floresta**, Curitiba-PR, v. 30, p. 129-137, 2000.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R. ; CRUZ, M.E.S. Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília-DF, v. 28, p. 554-556, 2003.

SHI, F.; ZHU, Y. Application of statistically-based experimental designs in medium optimization for spore production of *Bacillus subtilis* from distillery effluent. **BioControl**, Netherlands-NL, v. 52, n. 6, p. 845-853, 2007.

SIKORA, R.A.; FERNANDEZ, E. Nematodes parasites of vegetables. In: LUC, M., SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. (Ed). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford-UK: CAB International, 2005. Cap. 9, p. 319-392.

SILVA, A.J.N. da; CABEDA, M.S.V.; CARVALHO, F.G. de. Matéria orgânica e propriedades físicas de um argissolo amarelo coeso sob sistemas de manejo com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 10, n. 3, p.759-585, 2006.

SILVA, J.F.V. **Genética quantitativa associada ao uso de marcadores moleculares na seleção de genótipos de soja com resistência a *Meloidogyne javanica***. 2001. 73f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz/USP, São Paulo-SP.

SILVA, J.F.V.; GARCIA, A.; DIAS, W.P.; ASMUS, G.L.; CARNEIRO, G.E.S. Manejo integrado de nematoides na cultura da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília-DF. v. 28, p. 30-34, 2003.

SILVA, M.B.; MORANDI, M.A.B.; PAULA JUNIOR, T.J.; VENZON, M.; FONSECA, M.C. Extrato de plantas e seus derivados no controle de doenças e pragas. In: VENZON, M.; PAULA JUNIOR, T. J.; PALLINI, A. (Org.). Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. Viçosa-MG: **EPAMIG**, 2010. v. 1. p, 33-53.

SILVA, R.B. **Interação entre diferentes cultivares níveis populacionais iniciais de *Pratylenchus brachyurus* e cultivares de soja no desenvolvimento da planta e na reprodução do nematoide**. 2011. 39f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) –Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG.

SILVA, W.C.; PINHEIRO, C.C. de S.; RODRIGUES, J.M.G.; SOUZA, H.E.M. de; RIBEIRO, J.D. Avaliação do efeito tóxico de extratos de *Palicourea marcgravii* St. Hil. (Rubiaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae) em laboratório. **Revista brasileira Biociências**, Porto Alegre-RS, v. 7, n. 2, p. 129-133, 2009.

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G.L. Soybean diseases. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 4 ed., Minnesota, EUA: APS, 2008. p. 3-4.

SMANIOTTO, L.F. **Seletividade de inseticidas alternativos a *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae)**. 2011. 47f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Pato Branco-PR.

SOARES, R.M.; RUBIN, S.A.L.; WIELEWICKI, A.P.; OZELAME, J.G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

SOUSA, C.S.; SOARES, A.C.F.; GARRIDO, M.S.; ALMEIDA, G.M.C.O. Estreptomicetos no controle da meloidoginose em mudas de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 41, n. 12, p. 1759-1766, 2006.

STÜRMER, G.R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SARI, B.G.; BURTET, L.M.; GUEDES, J.V.C. Eficiência do pano-de-batida na amostragem de insetos-praga de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e cultivares. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 35, n. 3, p. 1177-1186, 2014.

TENÓRIO, Z.; CARVALHO, O.S.; SILVA, O.R.R.F. da; MONTES, J.M.G.; LÓPEZ, F.G. Estudio de la actividade biologica de dos solos de los tabuleros costeros del NE de Brasil enmendados com residuos agricolas: vinaza y torta de caña de azúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 4, p. 70-74, 2000.

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

VOLL, C.E. **Aplicação de vinhaça e do extrato de palhiço de cana-de-açúcar no controle de plantas daninhas**. 2005. 45f. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP.

UZUELE, E. L. **Eficácia do tratamento de sementes com o nematicida tioxazafen no controle dos nematóides *Heteroderaa glycines*, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *Pratylenchus brachyurus* e *P. Zeae***. 2016. 58f. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP.

VIOLATTI, M.R.; TEBALDI, N.D. Detecção de *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* em sementes de soja. **Summa phytopathol**, Botucatu-SP, v. 42, n. 3, p. 268-270, 2016.

VIZZOTO, M.; KROLOW, A.C.; WEBER, G.E.B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. **Documento**: Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, n.316, 2010. p.7-15.

VOLL, E.; FRANCHINI, J.C.; CRUZ, R.T.; GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M.; ADEGAS, F.S. Chemical interactions of *Brachiaria plantaginea* with *Commelina benghalensis* and *Acanthospermum hispidum* in soybean cropping systems. **Journal Chemical Ecology**, New York, EUA, v. 30, n. 7, p. 1467-1475, 2004.

WILCKEN, S.R.S.; GARCIA, M.J.D.M.; SILVA, N. Resistência de alface do tipo americana a *Meloidogyne incognita* raça 2. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba-SP, v. 29, n. 2, p. 267-271, 2005.

YORINORI, J.T. Riscos de surgimento de novas doenças na cultura da soja. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1, 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá-MT: Fundação Mato Grosso-MT, 2000. p. 165-169.

ZADINELLO, R.; CHAVES, M.M.; SANTOS, R.F.; BASSEGIO, D.; WERNCKE, I. Influência da aplicação de glifosato na produtividade da soja. **Acta Iguazu**, Cascavel-PR, v. 1, n. 4, p. 1-8, 2012.

ZANELA C.; WINKEL, H.L. CARNEIRO, P.H. **Aspectos econômicos da cultura da soja**. 2009. ProjetosFree. Disponível: <http://projetosfree.tripod.com>. Acesso em: 15 de out. de 2015.