

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**FERTILIZANTES ORGÂNICOS NA AÇÃO DE  
*Pratylenchus brachyurus* EM SOJA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Juliane Schmitt**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**FERTILIZANTES ORGÂNICOS NA AÇÃO DE**  
***Pratylenchus brachyurus* EM SOJA**

**Juliane Schmitt**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do solo, linha de pesquisa: Organismos do solo e insumos biológicos á agricultura da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência do Solo**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Zaida Inês Antonioli**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

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

Schmitt, Juliane  
Fertilizantes orgânicos na ação de *Pratylenchus brachyurus* em soja. / Juliane Schmitt.-2015.  
43 f.; 30cm

Orientadora: Zaida Inês Antonioli  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, RS, 2015

1. Fitonematoide 2. Lesões radiculares 3. Composto orgânico 4. Vermicomposto I. Antonioli, Zaida Inês II. Título.

---

© 2015

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

E-mail: julianeschmitt@hotmail.com

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo**

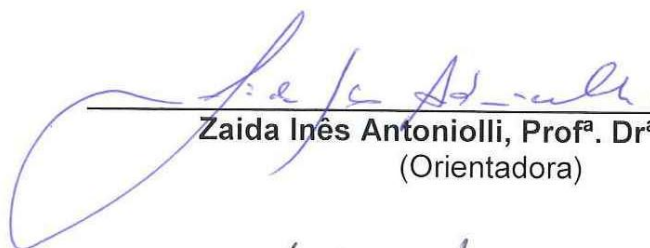
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**FERTILIZANTES ORGÂNICOS NA AÇÃO DE *Pratylenchus  
brachyurus* EM SOJA**


elaborada por  
**Juliane Schmitt**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência do solo**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
**Zaida Inês Antonioli, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**  
(Orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
**Marlove Fátima Brião Muniz, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**

  
\_\_\_\_\_  
**Ricardo Bemfica Steffen, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 20 de março de 2015.

*João e Luiza (in memória) dedico este trabalho a vocês.*

***“Quem fala semeia quem escuta colhe.”***

(Pitágoras)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente pelo dom da vida.

A meus pais João e Luiza Schmitt, pelos ensinamentos que me passaram desde criança, por sempre me incentivarem a ir atrás dos meus sonhos e que de algum lugar onde estejam eu sei que estão me protegendo. Todas as conquistas da minha vida eu dedico sempre a vocês, meus exemplos de vida, amor, paciência, bondade e honestidade. Eu amo vocês minhas estrelas Guia.

Luri Siqueira, obrigada por sempre estar ao meu lado em toda essa jornada, me ajudando e me incentivando, sem você talvez não tivesse conseguido cumprir essa etapa. Seu Cilon e Dona Nelma, Obrigada por tudo.

A orientadora professora Zaida Inês Antonioli, pelos ensinamentos transmitidos, o auxílio em todos os momentos, paciência, amizade, bondade e exemplo de profissionalismo. Agradeço por tudo.

Professor Rodrigo Jacques, obrigada pelos ensinamentos transmitidos desde as épocas de estágio. Foi muito gratificante ter conhecido e convivido com o senhor nessa jornada.

Ângela Neufeld e Daiana Bortoluzzi não tenho palavras para expressar o quanto vocês são importantes na minha caminhada. Obrigada por estarem sempre ao meu lado.

Aos colegas do Laboratório de Biologia e Microbiologia do solo, Daniel Pazzini, Edicarla Trentin, Talita Ferreira, Antonio Bassaco, Caroline Bevilacqua, Hazael Almeida, Natíelo Santana, Anderson Moro e Willian Santos obrigado por toda a ajuda no meu trabalho e nas disciplinas ao decorrer destes dois anos. Edi saio feliz sabendo que você ama “nemas”.

Aos amigos do laboratório de Fitopatologia/Nematologia da EMBRAPA/Pelotas, Cristiano Bellé, Paulo Kuhn, Israel Lima e Professor César Gomes, pelo conhecimento transmitido na minha “iniciação aos nematoides” e durante o decorrer do meu trabalho.

Ricardo Steffen, obrigada por todo conhecimento transmitido sobre nematoides e pela ajuda no trabalho.

Professora Marlove Muniz agradeço pelo aceite e disponibilidade para ser banca da minha defesa.

Aos funcionários do Departamento de Solos pelo apoio prestado.

Ao Departamento de solos pela oportunidade e apoio no desenvolvimento de minha dissertação.

Ao CNPq pela bolsa de estudos.

Enfim, muitas pessoas foram essenciais nessa jornada, me auxiliando nesse trabalho, até mesmo em pensamentos positivos. Obrigada por tudo.



## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Santa Maria

### **FERTILIZANTES ORGÂNICOS NA AÇÃO DE *Pratylenchus brachyurus* EM SOJA**

AUTORA: JULIANE SCHMITT

ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. ZAIDA INÊS ANTONIOLLI  
Santa Maria, 20 de março de 2015.

Os fitonematoídeos podem limitar significativamente a produtividade da soja. Devido ao manejo inadequado do solo e ao fato de não existir nematicidas químicos eficientes no mercado. O *Pratylenchus brachyurus* conhecido como nematoídeo das lesões radiculares, tem se disseminado rapidamente e aumentado sua importância nas lavouras do Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de fertilizantes orgânicos na forma sólida e líquida no controle de *P. brachyurus*, em raízes de soja, cultivar Fepagro 36 RR. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com seis tratamentos e três repetições. Foram três tratamentos avaliados com os fertilizantes na forma sólida e líquida: solo+vermicomposto de esterco bovino (VERM), solo+composto (esterco bovino e palha, COMP), solo+fertilizante orgânico Ecocitrus (Eco) e dois controles sem adubação, com a presença e ausência do *P. brachyurus*. As coletas foram realizadas aos 25, 50 e 75 dias após a inoculação do fitonematoídeo. Avaliou-se a altura, massa seca da parte aérea e raiz e o número de juvenis de *P. brachyurus* no interior das raízes. Os resultados demonstram que partir dos 50 dias os tratamentos aplicados na forma sólida foram eficientes no controle de *P. brachyurus* e ao desenvolvimento das plantas de soja. Aos 75 dias, observa-se que as plantas cultivadas com VERM foram menos prejudicadas, sendo o número de nematoídeos penetrados 13% e 26% menor que o observado nos adubos ECO e CEBP. Novos ensaios deverão ser realizados utilizando compostos de esterco bovino, resíduos comerciais e o vermicomposto para confirmar o potencial dos fertilizantes orgânicos no controle de *P. brachyurus* em soja a campo.

**Palavras-chave:** Fitonematoídeo. Lesões radiculares. Composto orgânico. Vermicomposto.

## ABSTRACT

Master Dissertation  
Graduate Program in Soil Science  
Federal University of Santa Maria

### ORGANIC FERTILIZERS ACTION *Pratylenchus brachyurus* IN SOYBEAN

AUTHOR: JULIANE SCHMITT  
ADVISOR: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. ZAIDA INÊS ANTONIOLLI  
Santa Maria, March 20<sup>th</sup>, 2015.

Phytonematodes can significantly limit the soybean yield. Due to inadequate soil management and the fact that there is not efficient nematicide in the market. The, *P. brachyurus* known as the nematode root lesions, has been spreading rapidly and increased its importance in the Brazil fields. The aim of this study was to evaluate the effect of organic fertilizers in soil and liquid form in control of the nematode in soybean roots, on Fepagro 36RR. The design was a randomized block design with six treatments and nine replicates. These treatments were evaluated with fertilizers in solid and liquid form: soil+ vermicompost manure (VERM), soil+ compost (manure and straw, COMP), soil +organic compound Ecocitrus (ECO) and two control without fertilization, with the presence or absence of the nematode. Samples were collected at 25, 50 and 75 days after inoculation of phytonematode, evaluating height, fresh shoot and root mass the juvenils number of *P. brachyurus* in the roots. The results show that after 50 days, the treatments applied in solid form were suppressive to control *P. brachyurus* and development of soybean plants. 75 days, it is observed that plants grown with VERM were less affected, with the number of nematodes penetrated 13% and 26% lower than that observed in the ECO and COMP fertilizer. New tests should be conducted using compost of cattle manure, vermicompost and commercial waste to confirm the potencial of organic fertilizer in control *P. brachyurus* in soybean field.

**Keywords:** Phytonematode. Root lesions. Organic compost. Vermicompost.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema do trabalho realizado sobre o uso de fertilizantes orgânicos no controle de <i>P. brachyurus</i> . Santa Maria, 2015 .....	25
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Controles alternativos utilizados em fitonematoides.....	22
Tabela 2 – Caracterização química dos fertilizantes orgânicos vermicomposto de esterco bovino (VERM), composto de esterco bovino e palha (COMP); Composto orgânico da Ecocitrus (ECO). .....	37
Tabela 3 – Número de <i>P. brachyurus</i> penetrados nas raízes de soja aos 25, 50 e 75 dias após a inoculação.....	39
Tabela 4 – Altura, massa seca da parte aérea e raízes (g planta <sup>-1</sup> ) de soja aos 25, 50 e 75 dias após a inoculação com <i>P. brachyurus</i> .....	40

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>13</b>
1.1 Nematoides .....	14
1.2 Controle de nematoides .....	16
1.3 Compostagem e vermicompostagem .....	17
1.4 Fertilizantes orgânicos no controle de nematoides .....	19
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>26</b>
<b>2 ARTIGO</b> .....	<b>34</b>
<b>Fertilizantes orgânicos na ação de <i>Pratylenchus brachyurus</i> em soja</b> .....	<b>34</b>
Resumo .....	34
Abstract .....	34
2.1 Introdução .....	35
2.2 Material e métodos .....	36
2.3 Obtenção dos compostos orgânicos .....	36
2.4 Inóculo de <i>P. brachyurus</i> .....	37
2.5 Crescimento das plantas .....	37
2.6 Análises estatísticas .....	38
2.7 Resultados e discussão.....	38
Conclusões.....	41
Referências .....	42
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>44</b>

# 1 INTRODUÇÃO GERAL

A soja *Glycine max* (L) Merrill é uma das mais importante de todas as oleaginosas produzidas no Brasil. A expansão da cultura verificou-se a partir da década de 1970 em virtude de três fatores: O principal produto de exportação agrícola era o café e apresentava um declínio de produção e comercialização mundial. O trigo era a principal cultura do sul do Brasil e a soja surgia como uma opção de verão em sucessão ao trigo. Início da produção de suínos e aves no Brasil, gerando maior demanda por farelo de soja para ser usada como base para alimentação dos animais (VALARINI, 2007). A partir destes fatores houve um aumento na demanda da cultura ao longo dos anos e por influência das diversas formas de consumo, que se estendem desde alimentação animal à humana, para produção agroindustrial de óleos e farelos, como também devido às condições de cultivo, inovações tecnológicas e a remuneração do produto.

O mercado regulador dos preços da cultura da soja passou de uma exportação in natura nos anos 60 e meados dos 70, para a posição de uma cultura destinada à industrialização interna e à exportação (FIGUEIREDO, 2013). No cenário mundial da cultura o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, na safra 2013\2014 foi produzido cerca de 86,7 milhões de toneladas de soja, contra 82 milhões de toneladas na safra 2012\2013. Estimasse que a área plantada na última safra aumentou de 28,5 milhões de hectares para 29,5 milhões de hectares (CONAB,2014), em virtude do preço que é pago pelo grão, se comparado a outras oleaginosas produzidas, o que acaba gerando vantagens competitivas de preços aos consumidores e expandindo o mercado mundial.

O Brasil lidera o ranking de exportação de soja do mundo, nesta ultima safra foi exportado cerca de 46,4 milhões de toneladas, com isso espera-se que os embarques cheguem á 46,7 milhões de toneladas na safra 2014\2015 (FIESP, 2014). Os estados de maior produção de soja no Brasil são o Mato Grosso, Paraná e o Rio Grande do Sul, aumentando em média cerca de 4,7% do tamanho de suas áreas plantadas a cada ano ( SEAB,2013).

A expansão da cultura da soja no Brasil é devido aos diversos programas de melhoramento genético e experimentação agrícola, aonde vêm sendo desenvolvido

cultivares de alto rendimento e adaptadas as condições agroclimáticas brasileiras (BONETTI, 1981). Aliado a essa expansão da produção, vários problemas fitossanitários surgiram à cultura devido à ausência de rotação de culturas, desequilíbrios nutricionais e ocorrência de clima desfavorável à cultura, sendo mais favorável aos patógenos, que dependendo da região e do patógeno envolvido limitam a sua produção, causando danos econômicos consideráveis (FIGUEIREDO, 2013). Neste contexto, os nematoides aparecem como uma das pragas mais danosas à cultura da soja em regiões onde sua ocorrência pode variar de esporádica ou restrita a incidências generalizadas nacionalmente, representando um grande desafio para a pesquisa, assistência técnica e aos produtores (GOULART, 2008; FERRAZ, 2010).

### 1.1 Nematoides

Existem espécies de nematoides no solo que irão alimentar-se de fungos, bactérias e outros nematoides, atuando como biocontroladores, estes são conhecidos como nematoides de “vida livre”, mas há também espécies que vivem no solo parasitando estruturas vegetais de plantas como: caules e raízes, das quais se alimentam, impedindo assim a sobrevivência da cultura, chamados de nematoides fitopatogênicos ou fitonematoides (FERRAZ et al.,2010).

Os danos causados por fitonematoides no sistema radicular das plantas resultam no desenvolvimento inadequado da parte aérea das plantas, decorrentes de dificuldades na absorção e no transporte de água e nutrientes disponíveis no solo (COSTA; FERRAZ, 1989; FERRAZ, 1994, GOULART, 2008; FERRAZ, 2010). Estas modificações fisiológicas são desencadeadas na planta quando os nematoides estabelecem sítios de alimentação, como é o caso das galhas formadas nas raízes de diversas culturas infectadas por *Meloidogyne* spp (BRUINSMA, 2013) ou pela migração no interior dos tecidos vegetais causados por *Pratylenchus* spp (BARKER, 2003).

No Brasil os nematoides que causam maiores problemas às lavouras de grãos são os formadores de galhas (*Meloidogyne* spp. Goelgi), o reniforme

(*Rotylenchulus reniformis* Lindolf e Oliveira), o das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus* Filipjev), e do cisto (*Heterodera glycines* Ichinohe) (DIAS et al., 2010).

A importância dessas espécies se deve a aspectos como a presença endêmica em diversas regiões produtoras, como é o caso da espécie *M. javanica* e *M. incognita*, da elevada variabilidade genética como a espécie *H. glycines* e do risco potencial com o aumento da área cultivada com espécies suscetíveis, principalmente a espécie *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev e S. Stekhoven (FERRAZ, 2001; GOULART, 2008).

Atualmente, a espécie *P. brachyurus*, ocupa o segundo lugar em relação a impactos econômicos mundiais e nacionais, referentes às diversas culturas agrícolas, superados apenas pelos nematoides de galhas (*Meloidogyne* spp.), conforme vários autores (SASSER; FRECKMAN, 1987; TIHOHOD, 1997; FERRAZ, 1999), devido ao fato que possui uma expressiva gama de hospedeiros, e seu controle acaba se tornando difícil. No Estado de Mato Grosso, ocorre na maioria das áreas produtoras, tanto em solos arenosos como em argilosos (GOULART, 2008). A real extensão dos danos e perdas causadas por *P. brachyurus*, no caso da soja, especialmente no Brasil Central, começou a ser quantificada com apontamento de reduções de produtividades de até 21% (ANTONIO et al., 2012). Sabe-se, contudo, que as perdas devidas a este nematoide têm aumentado muito nas últimas safras.

No Rio Grande do Sul a espécie *P. brachyurus* ocorre associada a outras espécies como o *M. javanica*, *M. incognita* e *H. glycines*, mas, ainda, o levantamento detalhado sobre a ocorrência desta espécie e sua quantificação nas lavouras do estado não é precisa (KANTOLIC et al., 2012).

*Pratylenchus brachyurus* é classificado como endoparasita migrador, que causa a destruição do sistema radicular da cultura hospedeira, devido à liberação de enzimas tóxicas no córtex radicular, ao migrar no interior da cultura hospedeira, passando grande parte de seu ciclo de vida dentro das raízes e somente será encontrada no solo, em grande número, quando o hospedeiro entrar em senescência ou estresse ambiental (STIRLING, 1991). Ao migrar no interior da cultura hospedeira acaba necrosando os tecidos parasitados tornando a planta suscetível a infecções secundárias causadas por fungos e bactérias (TIHOHOD, 1997; GOULART, 2008; FERRAZ, 2010).

Na espécie *P. brachyurus*, a reprodução é partenogenética, os machos são raros, aparecendo somente em casos de estresses hídricos ou nutricionais. Assim,



as populações são constituídas quase exclusivamente por fêmeas e juvenis. As fêmeas depositam seus ovos isoladamente, no solo ou no interior dos tecidos parasitados. Desses eclodem juvenis (J2) que, como os posteriores estádios juvenis (J3 e J4), estarão prontos para iniciar o parasitismo. (CASTILHO; VOVLAS, 2007). O ciclo de vida do *P. brachyurus* é considerado rápido, podendo variar de três a seis semanas, dependendo de fatores como temperatura, umidade e, principalmente, da planta hospedeira (FERRAZ, 1995).

A disseminação do *P. brachyurus* não é uniformemente distribuída na área toda, no campo. Ao invés disso, são observadas reboleiras de plantas subdesenvolvidas, frequentemente exibindo clorose e acentuadas necroses de raízes e mais predispostas ao ataque de outras pragas e doenças (GOULART, 2008). Por outro lado, questões de natureza ecológica do local, tais como a textura do solo, temperatura, umidade, pH, estação do ano e profundidade do perfil do solo, são decisivas para a explosão populacional e estabelecimento da epidemia da doença (CASTILHO; VOVLAS, 2007; GOULART, 2008).

## 1.2 Controle de nematoides

O controle de nematoides no solo é bastante complexo e demanda a identificação da espécie e a determinação do nível populacional, podendo agir de forma isolada ou em conjunto com outras espécies, dificultando o controle e potencializando o dano causado (FERRAZ, 2010; KANTOLIC, 2012).

A rotação e sucessão de culturas não hospedeiras são os métodos mais promissores para o manejo de *P. brachyurus*. Dentre as espécies que oferecem controle a *P. brachyurus* estão a *Crotalaria* e o *Tagetes*. O *Tagetes* possui substâncias nematicidas, principalmente nas raízes (CHITWOOD, 2002; SINGH et al., 2003). A *Crotalaria* é recomendada por não permitir a multiplicação do nematoide (nematostática), promovendo redução no nível populacional, após um período de cultivo (SILVA et al., 1989; SANO e NAKASONO, 1986). Porém, estas culturas apresentam pouco ou nenhum valor econômico, o que resulta em uma baixa aceitação pelos produtores.

O fato de a interação de *P. brachyurus* com a soja ser menos complexa, não havendo necessidade de formação de nenhuma célula especializada de

alimentação, como ocorre com os nematoides de cisto, de galha e reniforme, as chances de se encontrar fontes de resistência são menores (TOWNSHEND, 1990; FIGUEIREDO, 2013).

Há a necessidade da utilização de métodos alternativos, menos agressivos ao ambientes e eficazes, pois até o momento são poucos os nematicidas químicos que apresentam resultados satisfatórios no controle de fitonematoides. É imperativo que estudos sejam realizados para o desenvolvimento de métodos alternativos de manejo. Dentre estes, destacam-se a utilização de óleos essenciais, extratos aquosos, adubos verdes, resíduos (animais, vegetais, agroindustriais) e materiais compostados (Badra et al., 1979; Peacock, 1959; MELLO et al., 2006), com respostas imediatas no controle de nematoides, fácil utilização e de baixo custo de produção.

A incorporação de resíduos orgânicos ao solo é uma prática antiga na agricultura e muito comum em sistemas de subsistência, vista como uma alternativa ao uso de fertilizantes minerais que são oriundos de fontes escassas e de elevado custo de aquisição (SCHUMACHER et al., 2001), além de melhorar as condições biológicas do solo. No entanto, existe pouca informação sobre sua caracterização química e a resposta agrônômica em diferentes culturas (ANTONIOLLI et al., 2009), e principalmente no controle de nematoides.

O efeito nematicida dos fertilizantes orgânicos aplicados ao solo depende da quantidade de resíduo usado, da planta hospedeira, das condições ambientais, da espécie de nematoide, da microbiota dominante no solo e do tempo de atuação do resíduo no solo (FERRAZ, 2010). Para que estes adubos sejam adicionados ao solo são necessários alguns cuidados e manejos diferenciados, sendo recomendável que passem por alguns tratamentos de estabilização para redução de impactos ambientais.

### **1.3 Compostagem e vermicompostagem**

A compostagem e a vermicompostagem destacam-se entre os processos de transformação de resíduos orgânicos de origem animal ou vegetal, sejam elas provenientes do meio rural, de áreas urbanas ou de agroindústria, diminuindo o

potencial contaminante dos resíduos (DOMÍNGUEZ et al., 2010). Após o tratamento, os resíduos são denominados de fertilizantes orgânicos para uso agrícola, conforme Instrução Normativa 53\2013. Estes durante a decomposição produzem e liberam compostos com propriedades nematicidas e incrementam microrganismos antagonistas ao solo (FERRAZ, 2012).

A compostagem é caracterizada pela decomposição aeróbica da matéria orgânica, realizada por microrganismos. Estes degradam a matéria orgânica, utilizando-a como fonte de energia para o seu crescimento. Na degradação da matéria orgânica os microrganismos utilizam O<sub>2</sub> e liberam CO<sub>2</sub> e água, além de gerar calor (ECKHARDT, 2011; SILVA et al., 2013). Para que esse processo seja eficiente é preciso que os microrganismos supram suas necessidades nutricionais, principalmente em relação ao conteúdo de carbono e nitrogênio (relação C/N) e fatores ambientais como temperatura, oxigênio e umidade (INÁCIO; MILLER, 2009).

O tratamento dos resíduos realizados pelo processo de compostagem é uma das técnicas mais antigas empregadas na agricultura, resultado da facilidade de condução e dos baixos custos para o desenvolvimento do processo (ORRICO et al., 2007). Em virtude disto, a compostagem é uma alternativa eficiente e viável na transformação de resíduos orgânicos em fertilizantes orgânicos, possibilitando sua utilização agrícola.

A vermicompostagem é um processo de degradação e estabilização do material orgânico, através da ação contínua e conjunta de minhocas e de microrganismos (DOMINGUEZ et al., 2004). As espécies de minhocas mais utilizadas para a produção do vermicomposto são a *Eisenia andrei* (BOUCHÉ, 1972) e a *Eisenia fetida* (SAVIGNY, 1826) por apresentarem alta taxa de multiplicação em diversos resíduos, serem eficientes na conversão dos resíduos orgânicos e por tolerarem uma ampla faixa de temperatura e umidade (DOMÍNGUEZ et al., 2010).

No processo de vermicompostagem, as minhocas ingerem os resíduos orgânicos digerindo-os, modificando a composição deste material, que é fracionado, estimulando assim a atividade dos microrganismos e a mineralização dos nutrientes no trato digestivo (LANDGRAF et al., 1999; DOMINGUEZ; PEREZ-LOUSADA, 2010).

O vermicomposto é rico em nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (AMORIN et al., 2005). Quando adicionado ao solo eleva a porosidade e a retenção de água, (DOMÍNGUEZ et al., 2010), além de liberar ácidos húmicos e hormônios

reguladores de crescimento vegetal (ANTONIOLLI et al., 2002; BROWN et al., 2004).

#### **1.4 Fertilizantes orgânicos no controle de fitonematoides**

O uso contínuo de agrotóxicos resulta em grandes danos à saúde do Homem e do ambiente. Diante destas limitações, a incorporação de compostos orgânicos vem sendo usada como medida alternativa no manejo de fitonematoides (RODRIGUEZ-KABANA, 1986). Diversas fontes de matéria orgânica têm sido empregadas visando o controle de fitonematoides, como os resíduos de animais (esterco de aves, bovinos, rejeitos de limpeza de peixes e frigoríficos) e os resíduos agroindustriais (resíduos de bagaço de frutas, cana-de-açúcar, arroz, palha de café) (FERRAZ, 2010).

As populações de fitonematoides podem ser afetadas negativamente por fontes de matéria orgânica devido principalmente à liberação de compostos nematicidas, como o amônio e os ácidos graxos durante a degradação, e a introdução de microrganismos antagonistas, que aumentam a tolerância e a resistência das plantas ao ataque de patógenos e assim melhoram as condições físicas do solo (OKA, 2010).

De acordo com Dias et al. (2000), o ácido húmico em frações de esterco bovino obtidas por meio de biodigestão é a substância que proporciona maior redução na eclosão de juvenis de *M. incognita*. Em frações biodigeridas de esterco de galinha, o ácido húmico e a matéria húmica são responsáveis por taxas de mortalidade de juvenis de *H. glycines* superiores a 90% (FERRAZ & DIAS, 2001). O ácido húmico por apresentar alto peso molecular é um constituinte mais complexo e difícil de ser metabolizado, acentuando seu efeito inibidor sobre os nematoides.

Em testes com um produto comercial a base de ácidos húmicos e fúlvicos no controle de *P. brachyurus* na cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.), foi observada a eficiência do uso deste produto, alcançando resultados próximos aos obtidos com o uso do inseticida/nematicida aldicarbe usado na cultura, porém, sem registro para a mesma (BARBOSA et al., 2009).

A utilização de dois tipos de ácidos húmicos (granulado e líquido) no controle de *M. incognita* foi testado em videiras, reduzindo o número de nematoides, principalmente quando utilizada a maior dosagem. O ácido húmico juntamente com micronutrientes (Fe, Cu e Mn), proporcionou as maiores reduções na eclosão, sobrevivência, penetração nas raízes e reprodução de *M. incognita*, em plantas de tomate tanto em testes *in vitro* como *in vivo* (KESBA; AL-SHALABY, 2008).

O efeito do esterco bovino e da cama de frango foi testado no controle de *Meloidogyne* spp. em alface. Foi observado que *M. javanica* é menos afetado pelos adubos orgânicos utilizados e que o *M. incognita* raças 1 e 2 se mostraram suscetíveis ao esterco bovino, indicando que o esterco bovino apresenta efeito supressivo sobre essa espécie (NAZARENO; JUNQUEIRA e PEIXOTO, 2010).

As concentrações de fenóis nas raízes de tomateiro foram mensuradas após a adição de esterco bovino. À medida que se acrescenta o esterco ao substrato, há aumento na concentração de fenóis nas raízes, levando à morte das células gigantes e prejudicando o desenvolvimento do nematoide quando comparado as plantas com doses menores de matéria orgânica (ALVES et al., 2007).

Ao avaliar diferentes doses de cama de aviário em uma lavoura de soja infestada por *H. glycines*, Donald et al. (2010) observaram maior produção de grãos, aumento de P, Mg e Zn no solo, mas não foram encontrados efeitos significativos sobre a reprodução de *H. glycines*.

Em uma área infestada por populações de *H. glycines*, foi verificado que a aplicação de 8 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango resultou no menor número de fêmeas de *H. glycines* e cistos com menor número de ovos. Doses acima de 12 t ha<sup>-1</sup> causam fitotoxicidade para as plantas de soja (LIMA et al., 2011).

A cama de frango pode ser usada no solo como fonte de N, P, K e micronutrientes para as plantas, pois aumenta o teor de matéria orgânica no solo e auxilia no controle de plantas daninhas, que também são hospedeiras de fitonematoides (CRAFT; NELSON, 1996; MELLO; VITTI, 2002; DIAS; FERRAZ, 2001). Além disso, estimula o desenvolvimento de populações microbianas antagonistas presentes no solo, bem como fungos que têm capacidade de produzir metabólitos prejudiciais aos nematoides (LIMA et al., 2011).

A decomposição da matéria orgânica adicionada ao solo pode ter um efeito imediato ou residual, por meio de um processo mais lento de decomposição e liberação de nutrientes para a planta (VIDIGAL et al., 1995). A decomposição microbiana dos resíduos orgânicos pode produzir substâncias como: ácidos

orgânicos (SAYRE, 1971; FERRAZ, 2010) nitritos, substâncias voláteis, amônia, entre outros (STIRLING, 1991; FERRAZ, 2010), o que irá atuar no controle de fitonematoides.

Os fertilizantes orgânicos produzidos a partir de resíduos de matadouros e de curtume foram testados na reprodução de *R. reniformis*, observando-se que o composto orgânico apresentou potencial para controle de *R. reniformis*, mas requer ajustes em sua composição para redução do risco de fitotoxicidade para as plantas (ASMUS; NUNES, 2014).

Diferentes doses de chorume líquido de suíno no controle de *M. javanica* em tomateiro reduziram o número de ovos e galhas de *M. javanica* e auxiliaram no desenvolvimento de plantas de tomate. A incorporação de doses de 12 a 14% de chorume líquido de suínos ao solo foi suficiente no controle (HECK et al., 2014).

A aplicação de 15g de farinha de sementes de abóbora (FSA) combinadas com o fungo *Pochonia chlamydosporia* foram eficientes no controle de *M. javanica* no solo e reduziram o número de galhas no tomateiro (DALLEMOLE-GIARETTA et al., 2010). Também visando o biocontrole de *M. javanica* e *M. incognita*, a utilização da bactéria *Rhizobium etli* e de vermicomposto ao solo cultivado com tomateiro, potencializou o efeito antagonista de *R. etli* no controle *M. javanica* e *M. incognita*, reduzindo o número de ovos e de galhas (FABRY, 2008).

O modo de ação do vermicomposto e os fatores que levam ao estímulo de microrganismos antagonistas ainda são bastante complexos, mas estudos demonstram que o húmus apresenta em sua composição fenóis, polissacarídeos e proteínas que podem servir de substrato para o desenvolvimento bacteriano (WAGNER; WOLF, 1998).

Os estudos envolvendo resíduos de casca de arroz e de café, que são ricos em nitrogênio e potássio, apresentaram resultados positivos no controle para *M. javanica* e *M. exigua*. Sua eficiência é devido à produção de amônia e de furfural, substâncias essas que possuem ação nematicida, (ZAMBOLIN et al., 1996; FERRAZ, 2010), além de serem usados como fertilizantes agrícolas, já que grande parte dos nutrientes extraídos pela planta estão contidas na casca.

Algumas plantas também estão sendo usados no controle de fitonematoides por apresentarem substâncias nematicidas como alcalóides, ácidos graxos, isotiocinatos, glicosídeos, acinogênicos, terpenóides, composto fenólicos e outros (DALLEMOLE-GIARETTA, 2009), podendo ser utilizados isolando os compostos

ativos, identificados e produzidos por indústrias químicas, ou podem ser aplicados diretamente ao solo pelos agricultores (PASCUAL-VILLALOBOS, 1996; FERREIRA; SILVA e NASCIMENTO, 2013).

A utilização de fungos nematófagos, algumas espécies de bactérias, óleos essenciais, extratos de plantas, torta de sementes e adubos verdes também vêm apresentando eficiência no controle de diferentes espécies de nematoides conforme resultados mostrados na tabela 1.

Tabela 1– Controles alternativos utilizados em fitonematoides.

continua

<b>Controle</b>	<b>Nematoide</b>	<b>Resultados</b>	<b>Autores</b>
Diferentes óleos essenciais de plantas medicinais	<i>M.graminicola</i> (Golden e Birchfield).	Redução da eclosão de J <sub>2</sub>	STEFFEN et al. (2007).
Extratos aquosos de plantas	<i>M. incognita</i> (Kofoid & White) Chitwood	Redução da eclosão de J <sub>2</sub>	MATEUS et al. (2014).
Potencial de controle da erva-de-Santa-Maria	<i>P. brachyurus</i> (Godfrey) Filipjev e S.Stekhoven	Controle do nematoide quando incorporada ao solo	MELLO et al. (2007).
<i>Amyntas</i> spp.e <i>Pontoscotlix coretruhurus</i>	<i>M.paranaensis</i> (Carneiro et al.)	Redução no número de galhas	DIONÍSIO et al. (2014).
Formulações contendo fungos nematófagos	<i>P. jaehni</i> (Inserra et al)	Redução da população no solo e nas raízes	MARTINELLI et al. (2012).
Diferentes doses de farinha sementes de mamão	<i>M. javanica</i> (Treub) Chitwood	Redução do número de galhas em até 100%	NEVES et al. (2011).
Esterco bovino e <i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>M.incognita</i> (Kofoid & White) Chitwood	Redução no número de ovos	MACHADO et al. (2010).
Atividade nematicida do óleo essencial de <i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>M. javanica</i> (Treub) Chitwood e <i>P.brachyurus</i> (Godfrey) Filipjev e S.Stekhoven.	Redução da população de <i>M.javanica</i> ,mas não apresentou efeito sobre s população de <i>P.brachyurus</i>	MATTEI et al.(2014).
Reações de acessos e	<i>P.brachyurus</i> (Godfrey) Filipjev e	Em áreas com presença de <i>P.</i>	QUEIRÓZ et al.(2014).

Controle	Nematoide	Resultados	Autores
cultivares de <i>Brachiaria</i> spp	S.Stekhoven.	<i>brachyurus</i> , a <i>B. humidicola</i> cv. BRS Tupi podem ser indicadas como estratégia de manejo para a redução populacional de <i>P. brachyurus</i>	
Atividade nematicida de diferentes óleos essenciais de plantas	<i>M.incognita</i> (Kofoid & White) Chitwood, raça 2	Aplicações de 50 mL de óleos essenciais de tomilho e alho apresentam resultados significativos no controle	CETINTAS et al. (2010).
Efeito de diferentes adubos verdes	<i>P. brachyurus</i> (Godfrey) Filipjev e S.Stekhoven	A incorporação da massa fresca da parte aérea do guandu e do nabo forrageiro promove redução de <i>P. brachyurus</i>	VEDOVETO et al. (2013).
Tratamento de sementes de algodão com <i>Bacillus subtilis</i> e abamectina	<i>P. brachyurus</i> (Godfrey) Filipjev e S.Stekhoven e <i>R. reniformes</i> Lindolf e Oliveira	O tratamento com <i>B. subtilis</i> equivaleu à eficiência ao controle obtido pelo uso do nematicida químico	HIGAKI et al. (2012).
Extratos aquosos provenientes de varias espécies vegetais	<i>M.incognita</i> (Kofoid & White) Chitwood	O extrato de sementes de <i>R. communis</i> e manipueira podem ser promissores no manejo alternativo do fitonematoide	BALDIN et al.(2012).
O efeito da aplicação de 5.000 e 10.000 clamidósporos de <i>Pochonia chlamydosporia</i> no solo	<i>M. javanica</i> (Treb) Chitwood	Redução no numero de ovos e galhas, quando comparado com a ausência do fungo no solo.	PODESTÁ et al. (2009).



Diante do exposto, o estudo teve como objetivo geral contribuir na geração de informações e conhecimentos sobre a utilização de diferentes adubos/fertilizantes orgânicos no controle de *P. brachyurus*. A hipótese avaliada no trabalho foi de que a utilização de fertilizantes orgânicos na forma sólida e líquida reduz a população do nematóide *P. brachyurus* nas raízes de soja. O objetivo específico do trabalho foi estudar a ação dos fertilizantes orgânicos na forma sólida e líquida no controle de *P. brachyurus* em raízes de soja cultivar Fepagro 36RR, conforme exemplificado na figura 1.

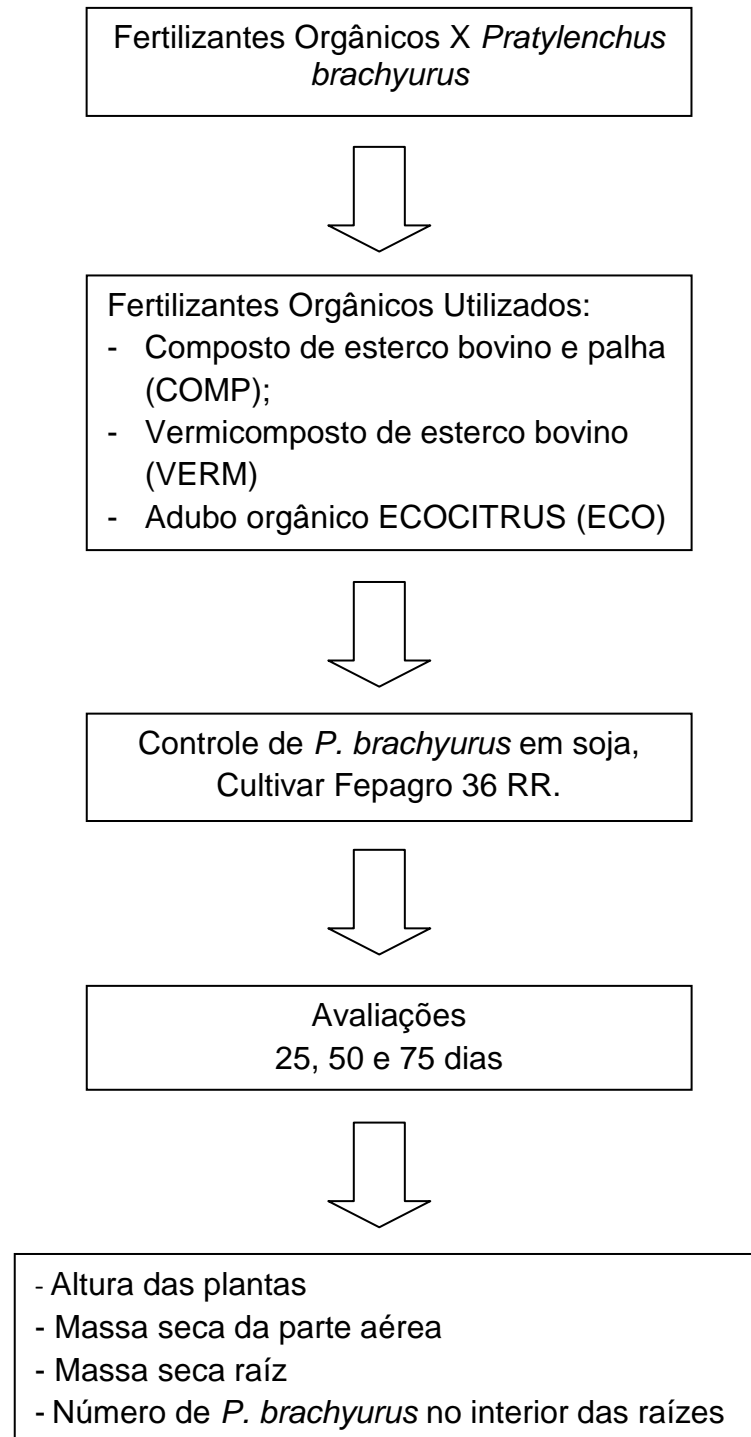


Figura 1 – Esquema do trabalho realizado sobre o uso de fertilizantes orgânicos no controle de *P. brachyurus*. Santa Maria, 2015.

## REFERÊNCIAS

ALVES, F. R.; FREITAS, L. G.; MARTINELLI, P. R. P.; MEIRA, R. M. S. A., FERRAZ, S., DEMUNER, A. J., BORGES, E. E. L., JESUS JÚNIOR, W. C. Efeitos de diferentes níveis de matéria orgânica no solo e de inóculo sobre a interação planta-*Meloidogyne* spp. e a produção massal de *Pasteuria penetrans*. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p. 397-401, 2007.

AMORIM, A. C.; JUNIOR, J. L.; RESENDE, K. T. de. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeito das estações do ano. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 57-66, 2005.

ANTONIO, S. F.; MENDES, F. L. FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; DIAS, W. P.; RAMOS-JR, E. U.; GOULART, A. M. C.; SILVA, J. F.V. Perdas de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares em Vera, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. Anais, Cuiabá: EMBRAPA: Soja, p. 1-4, 2012.

ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B. Utilização de casca de arroz e esterco bovino como substrato Para a multiplicação de *Eisenia fétida* Savigny (1826). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 824-830, 2009.

ASMUS, L. G.; NUNES, A. G. A. W. Use of slaughter house waste and tannery-based organic compost for the management of reniforms nematodes. **Nematoda**, v. 1: e05014, 2014.

ÁVILA, J. C.; ROESE, D. A.; CONCENÇO, G.; RICHETTI, A.; GOULART, P. C. A. **Manejo fitossanitário integrado na cultura da soja**: Uma solução sustentável. Dourados, MS. Embrapa Agropecuária Oeste, p. 36, 2013.

BADRA, T., SALEH, M.A. & OTEIFA, B.A. Nematicidal activity and composition of some organic fertilizers and amendments. **Revue Nématologie** 2: 29-36. 1979.

BALDIN, E. L. L; WILCKEN, S. R. S.; PANNUTI, L. E. R.; SCHLICK-SOUZA, E. C.; VANZEI, F. P. Uso de extratos vegetais, manipueira e nematicida no controle do nematoide das galhas em cenoura. **Summa Phytopathologica**, v.38 (1), p. 36-41, 2012.

BARBOSA, B. F. F. **Estudo das inter-relações patógeno-hospedeiro de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood e *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans**

**Stekhoven em cana-de-açúcar.** 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)– Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

BARKER, K. R. Perspectives on plant and soil nematology. **Annual Review of Phytopathology**, v. 41, p. 1-25, 2003.

BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de danos e perdas. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos.** São Paulo: Agronômica Ceres, v. 1. cap. 33, p. 672-690, 1995.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil.** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 1-16, 1981.

BROWN, G. G.; EDWARDS, C. A.; BRUSSAARD, L. How earth worms affect plant growth: Burrowing into the mechanism. In: EDWARDS, C. A. (Org.). **Earthworm Ecology.** Boca Raton: Sta Lucie Press, p. 13-49, 2004.

BRUINSMA, J. S. **Avaliação de métodos para estudo da resistência de genótipos de soja a *Meloidoyne javanica* (Treb) Chitwood.** Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia. p. 59, Santa Maria, 2013.

CASTILHO, P.; VOVLAS, N. ***Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae):** Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management. Leiden: Brill, 529 p, 2007.

CETINTAS, R.; YARBA, M. M. Nematicidal effects of Five plant essential oils the southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* race 2. **Journal of animal and veterinary advances.** v. 9, p. 222-225, 2010.

CONAB. 2014: Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Décimo levantamento julho 2014 / Companhia Nacional de Abastecimento. Conab, p. 1-85, Brasília.

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

CRAFT, C. M.; NELSON, E. B. Microbial properties of compost that suppress damping-off and root rot of creeping bentgrass caused by *Pythium graminicola*. **Applied and Environmental Microbiology**, 62 (5): 1550-1557, 1996.

DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G.; NEVES, W. S.; COUTINHO, M. M.; FERRAZ, S. Efeito de extrato aquoso de sementes de abóbora sobre a eclosão e inativação de juvenis de *Meloidogyne javanica* e de *M. incognita*. **Revista Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 3, n. 1, p. 3-7, 2009.

DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G.; COUTINHO, M. M.; NEVES, S. W.; ZOOCA, R. J. F.; FERRAZ, S. Efeito da farinha de sementes de abóbora e de *Pochonia chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 4(2), p. 91-97, 2010.

DIAS, C. R.; FERRAZ, S. Efeito de frações biodigeridas de esterco de galinha sobre a eclosão e a mortalidade de juvenis de *Heterodera glycines*. **Nematologia Brasileira**, v. 25, p. 99-101, 2001.

DIAS, C. R.; RIBEIRO, R. C. F.; FERRAZ, S.; VIDA, J. B. Efeito de frações de esterco bovino na eclosão de juvenis de *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 23, p. 34-9, 1999.

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

DIONISIO, J. A.; LUNARDI, M. F.; MACEDA, A.; KUSDRA, J. F. Como reduzir o número de galhas de *Meloidogyne paranaensis* em raízes de tomateiro usando minhocas? **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 35, n. 2, p. 781-786, 2014.

DOMINGUEZ, J.; PEREZ-LOUSADA, M. *Eisenia fétida* (Savigny, 1826) y *Eisenia Andrei* Bouché, 1972 son dos especies diferentes de Lombrices de tierra. **Acta Zoológica Mexicana**, Cidade do México, Número Especial, 2, p. 321-331, 2010.

DOMÍNGUEZ, J. State of the art and new perspectives in vermicompost ingresearch. In: C. A. Edwards (Ed.), **Earth worm Ecology**. Boca Raton, p. 401-425, 2004.

DOMÍNGUEZ, J.; LAZCANO, C.; GÓMEZ-BRANDÓN, M. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. **Acta Zoológica Mexicana**, Cidade do México, Número Especial 2, p. 359-371, 2010.

DONALD, P. A.; ALLEN, P. B.; TYLER, D. D.; SISTANI, K. R.; TEWOLDE, H. and WALKER, E. R. Effect of broiler litter application to soybean crop infested with soybean cyst nematode. **Nematropica**, v. 43, p. 24-34, 2013.

ECKHARDT, D. P. **Potencial fertilizante de adubos orgânicos à base de esterco bovino e sua utilização na produção de mudas de alface**. Santa Maria, RS, 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, 2011.

FABRY, C. F. S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E.; SEVES, W. S.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FERRAZ, S. Efeito da aplicação de húmus e *Rhizobium etli* sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 2, p. 3, 2008.

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

FERRAZ, S.; FREITAS, G. L.; LOPES, S. E.; DIAS-ARIEIRA, R. C. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa, MG, Ed. UFV, p. 63-100, 2010.

FERREIRA, I. C. M.; SILVA, G. S.; NASCIMENTO, F. S. Effect of aqueous extracts of *Asteraceae* species on *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 1, p. 40-44, 2013.

FIESP. Safra Mundial de Soja 2014/15 - 5º Levantamento do USDA, 2014.

FIGUEIREDO, A. **Estudo de variáveis ecológicas de *Pratylenchus brachyurus* em soja e elaboração de uma escala de notas para seleção de genótipos a campo**. Jaboticabal, SP, 68f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013.

GAZZONI, D. L. **Manejo de pragas da soja: uma abordagem histórica**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, Documentos, 78, p. 72, 1994.

GOULART, A. M. C. **Aspectos gerais sobre nematoides – das – lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*)**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 11-18, 2008.

HECK, D. W., SANTOS, I. DALLEMOLE-GIARETTA, R. and LOPES, E. A. Liquid swine manure for the control of *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood. **Nematropica**. v. 44, p. 93-100, 2014.

Higaki, W.A. and F. F. Araujo. *Bacillus subtilis* and abamectin for nematode control and physiological changes in cotton grown in soil naturally infested. **Nematropica**, v. 42, p. 295-303, 2012.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. Compostagem: Ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. **Embrapa Solos**. Rio de Janeiro, p. 156, 2009.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 53, DE 23 DE OUTUBRO DE 2013:  
<http://sistemasweb.agricultura.gov.br>: Acesso em 13\04\2015.

Kantolic, A. G.; REIS, E. M.; CASA, R. T. Doenças da soja: etiologia, sintomologia, diagnose e manejo integrado. Passo Fundo: **Berthier**, p. 436, 2012.

KESBA, H. H.; AL-SHALABY, E. M. Survival and reproduction of *Meloidogyne incognita* on tomato as affected by humic acid. **Nematology**, v. 10(2), p. 243-249, 2008.

LANDGRAF, M. D.; ALVES, M. R.; DA SILVA, S. C.; REZENDE, M. O. O. Caracterização de ácidos húmicos de vermicomposto de esterco bovino compostado durante 3 e 6 meses. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 483-486, 1998.

LIMA, F. B.; CAMPOS, D. H.; RIBEIRO, M. L.; SILVA, C. P. H. L.; RIBEIRO, C. G.; NEVES, L. D.; DIAS, A. C. Efeito da cama de frango na redução da população do Nematóide-de-cisto da soja. **Nematologia Brasileira**, v. 35(3-4), p. 71-77, 2011.

MACHADO, J. C.; VIEIRA, B. S.; LOPES, E. A.; CANEDO, E. J. *Paecilomyces lilacinus* e esterco bovino para o controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro e alface. **Nematologia Brasileira**, v. 34(4), p. 231-235, 2010.

MARTINELLI, P. R. P.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, J. C. Eficácia de formulações contendo cinco fungos nematófagos para o manejo de *Pratylenchus jaehni* em citros. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 36( 1), p. 1-8, 2011.

MATEUS, M. A.; FARIA, C. M. D. R.; BOTELHO, R. V.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FERREIRA, S. G. M.; ZALUSKI, W. L. Extratos aquosos de plantas medicinais no controle de *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, p. 730-736, 2014.

MATTEI, D.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; BIELA, F.; ROLDI, M.; SILVA, T. R. B.; RAMPIM, L.; DADAZIO, T. S.; TAVARES-SILVA, C. A. ESSENTIAL OIL OF *Rosmarinus*

*officinalis* IN THE CONTROL OF *Meloidogyne javanica* AND *Pratylenchus brachyurus* IN SOYBEAN. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30(2) p. 469-476, 2014.

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Desenvolvimento do tomateiro e modificações nas propriedades químicas do solo em função da aplicação de resíduos sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Piracicaba, v. 20(2), 200-226, 2002.

MELLO, A. F. S., MACHADO, A. C. Z. & INOMOTO, M. M. Potencial de controle da erva-de-Santa-Maria sobre *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 513-516, 2006.

NAZARENO, G. G.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R. Utilização de matéria orgânica para o controle de nematoides das galhas em alface sob cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 579-590, 2010.

NEVES, W. S.; FREITAS, L. G.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; COUTINHO, M. M.; FERRAZ, S.; PARREIRA, D. F. Incorporação de farinha de semente de mamão ao solo, em diferentes doses, para o controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 36(1-2), p. 25-31, 2012.

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

ORRICO, A. C. A.; LUCAS JÚNIOR, J.; ORRICO JÚNIOR, M. A. P. Alterações físicas e microbiológicas durante a compostagem dos dejetos de cabras. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 764-772, 2007.

PASCUAL-VILALOBOS, M. J. **Plaguicidas naturales de origen vegetal: estado actual de La investigación**. 1996. 35f. Monografía-Instituto Nacional de Investigación Agrária y Alimentaria, Madri. 1996.

PEACOCK, F. C. The development of a technique for studying the host-parasite relationships of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* under controlled conditions. *Nematologica* 4: 43-55. 1959.

PODESTÁ, G. S.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; FERRAZ S. & ZOOCA, R. J. F. Atividade nematófaga de *Pochonia chlamydosporia* em solo natural ou autoclavado sobre *Meloidogyne javanica*. **Nematologia brasileira**, Piracicaba(SP), v. 33(2), p. 191-193, 2009.



QUEIRÓZ, C. A.; FERNANDES, C. D.; VERZIGNASSI, J. R.; VALLE, C. B.; JANK, L.; MALLMANN, G.; BATISTA, M. V. Reação de acessos e cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* à *Pratylenchus brachyurus*. **Summa Phytopathologica**, v. 40, p. 226-230, 2014.

RODRÍGUEZ-KABANA, R. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. **Journal of Nematology**, v. 18, p. 129-35, 1986.

SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Soja – Análise da Conjuntura Agropecuária, 2013.

SASSER, J. N.; FRECKMAND, D. W. A world perspective on nematology: the role of the society. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D. W. (Ed.). **Visitas on nematology**. **Hyattsville**: Society of Nematologists, p. 7-4, 1987.

SANO, Z. L.; NAKASONO, K. Histological responses of three leguminous enemy plants to the penetration and development of *Meloidogyne incognita*. **Japanese Journal of Nematology**. v. 16(12), p. 48-55, 1986.

SAYRE, R. M. Biotic influences in soil environment. In: ZUCKERMAN, B. M.; MAI, W. F.; RODHE, R. A. **Plant parasitic nematodes**. v. I New York: Academic Press, p. 235-256, 1971.

SEDIYAMA, M. A.; SANTOS, I. C.; LIMA, PAULO DE. **Cultivo de hortaliças no sistema orgânico**. Ceres, Viçosa, v. 61, p. 829-837, 2014.

SILVA, G. S.; FERRAZ, S. E.; SANTOS, J. M. Atração, penetração e desenvolvimento de larvas de *Meloidogyne javanica* em raízes de *Crotalaria* spp. **Nematologia Brasileira**, v. 13, p. 151-163, 1989.

SILVA, P. R. D.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 640-645, 2013.

SINGH, G. et al. Studies on essential oils. Part 35: Chemical and biocidal investigations on *Tagetes erecta* leaf volatile oil. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 18, p. 62-65, 2003.

SCHUMACHER, M. V. et al. Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hillex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 121-130, 2001.

STEFFEN, R. B. **Caracterização, controle alternativo e reprodução de *Meloidogyne graminicola* em cultivares de arroz irrigado submetidos a diferentes regimes de umidade**. 2007. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo): Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2007

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

TIHOHOD, D. **Guia prático de identificação de fitonematoides**. Jaboticabal: FCAV: FAPESP, p. 246, 1997.

TOWNSHEND, J. L. Methods for evaluating resistance to lesion nematodes, *Pratylenchus* species. In: STARR, J.L. (Ed.). Methods for evaluating plant species for resistance to plant-parasitic nematodes. Hyattsville, Maryland: **The Society of Nematologists**. p. 33-41, 1990.

VALARINI, P. J. O MERCADO DA SOJA: EVOLUÇÃO DA *COMMODITY* FRENTE AOS MERCADOS INTERNACIONAL E DOMÉSTICO. **Jovens Pesquisadores** Vol. 4(6), 2007.

VEDOVETO, M. V. V.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; RODRIGUES, D. B.; ARIEIRA, J. O.; ROLDI, M.; SEVERINO, J. J. Adubos verdes no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Nematropica**, v. 43, p. 226-232, 2013.

VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, A. C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica II – ensaio de casa de vegetação (b). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 42, n. 239, p. 89-97, 1995.

ZAMBOLIN, L.; SANTOS, M. A.; BECKER, W. F.; CHAVES, G. M. Agro-waste soil amendementes for the control of *Meloidogyne javanica* on tomato. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, p. 250-253, 1996.

WAGNER, G. H.; WOLF, D. C. Carbon transformations and soil organic matter formation. In: SYLVIA, D. M.; FUHRMANN; J. J.; HARTEL, P. G.; ZUBERER, D. A. (Ed.). Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey. **Principles and Applications of Soil Microbiology**, p. 218-258, 1998.

## 2 ARTIGO

### **Fertilizantes orgânicos na ação de *Pratylenchus brachyurus* em soja.<sup>1</sup>**

Organic fertilizers action *Pratylenchus brachyurus* in soybean.

#### **Resumo**

Um dos grandes problemas da agricultura está sendo o controle do fitonematoide *Pratylenchus brachyurus*. Este trabalho teve como objetivo avaliar o controle do fitonematoide *P. brachyurus* na cultura da soja por dois compostos orgânicos e um vermicomposto, dispostos no solo na forma sólida ou líquida. Os tratamentos foram: composto orgânico produzido a partir de esterco bovino e palha, o vermicomposto produzido a partir deste composto orgânico e o fertilizante orgânico produzido pela Cooperativa Ecocitrus, além de dois controles sem adubação orgânica, com e sem *P. brachyurus*. A soja foi cultivada numa mistura de solo e areia, que recebeu estes fertilizantes orgânicos na forma sólida e líquida. As plântulas foram inoculadas com 2.000 ovos e juvenis de *P. brachyurus* e para avaliação da penetração dos fitonematoides nas raízes, altura das plantas, massa seca parte aérea e do sistema radicular foram realizadas coletas aos 25, 50 e 75 dias após a inoculação. Os resultados demonstram que, nas doses avaliadas, os tratamentos utilizados a base de esterco bovino e palha, e resíduos de podas de árvores, sobras de alimentos, polpas de frutas, etc, reduzem a penetração do fitonematoide *P. brachyurus* nas raízes e aumentam a produção de massa seca da parte aérea das plantas de soja, quando aplicados ao solo na forma sólida.

**Palavras-chave:** Adubação, Lesões radiculares, Compostagem, Vermicompostagem.

#### **Abstract**

A major problem of the Brazilian and world agriculture is the plant-parasitic nematode *Pratylenchus brachyurus* control. This study aimed to evaluate plant parasitic nematode control *P. brachyurus* in soybeans by two organic compounds and vermicompost, arranged on the ground in solid or liquid form. The treatments were compost produced from cattle manure and straw, the vermicompost produced from this organic compound and the organic compound produced by the Cooperative Ecocitrus, plus two controls without fertilization, with and without the nematode. Soybeans were grown in a soil mix and sand, which received these organic fertilizers in solid and liquid form. The seedlings were inoculated with 2,000 eggs and juveniles of the nematode and to assess the penetration of plant nematodes in the roots, plant height, dry matter shoot and root samples were taken at 25, 50 and 75 days after inoculation. The results demonstrate that the tested doses, the treatments cattle manure and straw-based and tree pruning waste, food scraps, fruit pulp, etc., reduce the penetration of roots phytonematode *P. brachyurus* and increase dry matter production of the aerial part of the soybean plants when applied to the soil in solid form.

**Keywords:** fertilization, root lesions, composting and vermicompost

---

<sup>1</sup> Este artigo foi elaborado de acordo com as normas da revista Ciência e Natura-UFSM.

## 2.1 Introdução

Atualmente um dos grandes problemas da agricultura é o controle de fitonematoides. No Brasil as espécies que causam maiores danos às lavouras são *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood, *Heterodera glycines* Ichinohe, *Pratylenchus brachyurus* Filipjev e *Rotylenchulus reniformis* Lindolf e Oliveira (DIAS *et al.*, 2010).

A espécie que vem causando maior preocupação nos últimos anos é o *P. brachyurus*, por se tratar de um nematoide que parasita um elevado número de espécies vegetais, causando severos danos ao sistema radicular, devido a alimentação, movimentação ativa e liberação de substâncias tóxicas no córtex, e por não haver um conjunto consolidado de técnicas para seu manejo (GOULART, 2008).

Os nematicidas químicos disponíveis no mercado são pouco efetivos, apresentam custos elevados e causam grandes impactos ambientais, além de resultar na contaminação dos alimentos, devido aos princípios ativos altamente tóxicos ao homem (SEDIYAMA *et al.*, 2014). Em virtude disto, alguns estudos têm sido realizados com a utilização de resíduos animais, vegetais e agroindustriais, no controle de nematoides, visto que a densidade populacional destes patógenos pode ser reduzida e a tolerância da planta aumentada pela aplicação destes ao solo (FERREIRA *et al.*, 2013). Porém, para sejam utilizados de forma segura do ponto de vista sanitário e ambiental é necessário o seu tratamento através de processos como a compostagem ou vermicompostagem (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2010).

Os benefícios dos adubos \fertilizantes orgânicos no controle dos nematoides são creditados à liberação de substâncias nematicidas e nematostáticas no solo, e ao estímulo aos organismos que irão estabelecer relações antagônicas com os nematóides como bactérias, fungos, colêmbolos, ácaros, etc. (SILVA *et al.*, 2006). Outro importante aspecto dos adubos orgânicos é a melhoria da nutrição das plantas, o que aumenta a tolerância destas aos fitonematoides e reduz os efeitos maléficos destes organismos no crescimento vegetal (OKA, 2010). Além disto, os adubos orgânicos são de fácil utilização e baixo custo, sendo disponíveis a grande maioria dos agricultores, melhorando as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (FERRAZ, 2010) e permitindo a continuidade do cultivo na área, desde que com plantas não hospedeiras.

Apesar de todas estas vantagens, poucos estudos foram realizados buscando-se avaliar o efeito dos fertilizantes orgânicos no controle de *P. brachyurus* em soja, que atualmente é a cultura de maior importância agrícola no país e vem sofrendo severos danos causados por essa espécie. Por isto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o controle de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja por dois compostos orgânicos e um vermicomposto, sendo dispostos no solo na forma sólida ou líquida.

## 2.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, RS (latitude 29,70°; longitude 53,70°), no período de 13 de janeiro a 05 de abril de 2014. O substrato utilizado foi uma mistura de solo e areia (1:1p/p). Esta mistura foi peneirada em malha de 2 mm e exposta à radiação solar por uma semana para eliminar a população autóctone de nematóides. O solo utilizado para o experimento foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento São Pedro (BRASIL, 1973), apresentando as seguintes características: pH em água (1:1) 4,8; Índice SMP 6,8; saturação por bases 72,6%; matéria orgânica (Walkley-Black) 16 g kg<sup>-1</sup>; argila 20 g dm<sup>-3</sup>; P (Mehlich<sup>-1</sup>) 66,3 mg dm<sup>-3</sup>; K (Mehlich<sup>-1</sup>) 0,205 mg dm<sup>-3</sup>; H+Al 1,7 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca 3,5 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg 0,8 cmolc dm<sup>-3</sup>.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 8 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram constituídos dos seguintes fertilizantes orgânicos, dispostos no solo na forma sólida e líquida: Composto orgânico produzido a partir de esterco bovino e pastagem nativa (COMP), Composto orgânico Ecocitrus (ECO) e Vermicomposto de esterco bovino (VERM), e um controle (sem adubação orgânica), com a inoculação de *P. brachyurus*. As unidades experimentais utilizadas foram vasos plásticos com capacidade de 8L, preenchidas com 8,5 kg de solo. O substrato recebeu 63,75 mg kg<sup>-1</sup> de P e 42,5 mg kg<sup>-1</sup> de K, na forma de fosfato de potássio que corresponde a 50% da dose recomendada pelo Manual de Adubação e Calagem para a cultura da soja (CQFS-RS/SC, 2004). A outra metade da dose de P foi adicionada ao solo na forma dos fertilizantes orgânicos, tendo-se como base a análise química destes materiais. As quantidades adicionadas foram 1,72 g kg<sup>-1</sup> de COMP; 4,84 g kg<sup>-1</sup> ECOe 2,60 g kg<sup>-1</sup> de VERM. A forma líquida destes fertilizantes orgânicos foi obtida mediante a mistura 33,33% destas doses com 20 mL de água, deixando-se esta suspensão sob agitação por 24 horas. A aplicação no solo ocorreu em três épocas: na emergência das plântulas, aos 15 e 30 dias após, distribuindo-se a suspensão uniformemente na superfície do solo.

## 2.3 Obtenção dos Fertilizantes orgânicos

O vermicomposto foi produzido a partir de um composto de palha e esterco bovino, produzido em duas etapas. Na primeira etapa foi realizada a compostagem do esterco bovino misturado à palha de campo nativo (COMP), sob condições controladas de umidade, aeração e temperatura. Para produção do vermicomposto de esterco bovino (VERM), o COMP foi vermicompostado pelas minhocas da espécie *Eisenia andrei* (Bouché, 1972). O fertilizante orgânico composto classe B Ecocitrus (ECO) foi obtido a partir da fermentação de matérias primas classe II derivados de cascas de madeira, podas de árvores, sobras de alimentos, polpa, bagaço e sucos de frutas cítricas, etc, na Usina de Compostagem da Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí (ECOCITRUS, 2015) (Tabela 2).

Tabela 2 – Caracterização química dos fertilizantes orgânicos vermicomposto de esterco bovino (VERM), composto de esterco bovino e palha (COMP); fertilizante orgânico da Ecocitrus (ECO).

Adubo	C org. <sup>1</sup>	Ntotal <sup>1</sup>	C/N	P <sup>2</sup>	K <sup>2</sup>	pH <sup>3</sup>
COMP	23,2	1,99	11,6	1,97	2,01	7,0
ECO	22,0	1,20	18,3	0,70	0,85	8,9
VERM	22,8	1,97	11,5	1,65	1,45	8,3

Método: <sup>1</sup>Analisador Elementar CHNS; <sup>2</sup>Mehlich-1; <sup>3</sup>Água 1:1.

#### 2.4 Inóculo de *P. brachyurus*

O inóculo foi constituído por populações puras, obtidas a partir do isolamento espécie-específico realizado pela empresa Agrolab/GO. O preparo do inóculo foi realizado pelo trituramento das raízes conforme técnica descrita por Hussey e Barker (1973) modificada por Boneti e Ferraz (1981) As raízes foram lavadas em água corrente para retirada do solo aderido. Em seguida, foram cortadas em pedaços de 1 cm e colocadas em liquidificador, onde foram trituradas por 1 minuto em uma solução de hipoclorito de sódio 0,1%. Logo após, o material foi vertido em peneiras de 80 e 500 mesh e lavado com auxílio de jatos de água através de uma pisseta. O material retido na peneira de 500 mesh foi recolhido em um béquer e quantificado para posterior utilização.

#### 2.5 Crescimento das plantas

Quatro sementes da cultivar de soja FEPAGRO 36RR foram semeadas por vaso e após a emergência foi realizado o desbaste deixando-se apenas uma plântula, sendo aberto ao entorno da planta três orifícios de aproximadamente 5 cm de profundidade, nos quais foram incorporados 3 mL de uma suspensão contendo 2.000 mil ovos e juvenis de *P. brachyurus*, diluídos em 25 mL de água.

As coletas de material vegetal foram realizadas aos 25, 50 e 75 dias após a inoculação dos fitonematoides, onde foi avaliada a altura das plantas, a massa seca da parte aérea e do sistema radicular, e o número de fitonematoides no interior das raízes, de acordo com a metodologia de coloração de raízes de Byrd et al., (1983). As raízes de cada repetição foram cortadas em pedaços de 1 cm, colocadas em um béquer contendo 50 mL de água destilada e 30 mL de hipoclorito de sódio com 5% de cloro ativo. As raízes permaneceram na solução por 8 minutos com agitação ocasional. Após este período, as mesmas foram lavadas em água corrente por 50 segundos para retirada do residual de hipoclorito de sódio e mantidas de molho em água destilada por 15 minutos. Decorrido o tempo, as raízes foram transferidas para um béquer contendo 30 mL de água destilada e 1 mL da solução corante (75 mL água destilada, 25 mL de ácido acético glacial e 350 mg de fucsina ácida). As raízes foram fervidas na mistura por 35 segundos, esfriadas até atingirem temperatura

ambiente e lavadas em água corrente. Após resfriadas, as raízes foram colocadas em 30 mL de glicerol acidificado com duas gotas de ácido clorídrico (HCl 5 M) (BYRD et al., 1983). Após a etapa de coloração, as raízes foram dispostas entre duas lâminas de vidro sob microscópio com aumento de 40 vezes para contagem do número de *P. brachyurus* penetrados.

## 2.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos do número de fitonematoides penetrados nas raízes das plantas de soja, altura, massa seca da parte aérea e raízes foram submetidos ao teste de médias e análise de variância pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

## 2.7 Resultados e discussão

Os tratamentos utilizados controlaram a penetração de *P.brachyurus* nas raízes da soja, porém não foram observadas diferenças estatísticas quando comparamos os diferentes tratamentos aplicados na mesma época, aos 25 e 50 dias (Tabela 3). Na primeira coleta aos 25 dias, todos os tratamentos avaliados reduziram a penetração do *P. brachyurus*, ainda que sem apresentar diferenças estatísticas, o tratamento VERMliq demonstrou o maior controle, reduzindo em 75% a presença do fitonematóides no sistema radicular da soja. Comparando-se os tratamentos aplicados na forma sólida e líquida, verifica-se que, nas quantidades utilizadas, a maior redução no número de fitonematoides penetrados ocorreu nos tratamentos onde o adubo foi adicionado ao solo na forma líquida, exceto para o tratamento COMPsol. Este comportamento indica que os fertilizantes líquidos, promovem o controle do fitonematóide e o estímulo ao crescimento da planta de forma mais rápida, pois tanto os compostos nematicidas/nematostáticos quanto os nutrientes e demais substâncias estimuladoras do crescimento estão mais biodisponíveis no solo, enquanto que os fertilizantes na forma sólida liberam estas substâncias de forma mais lenta (VIDIGAL et al. 1995). Segundo ARANCON et al., 2005; EDWARDS et al., 2010; SCHIEDECK et al., 2012, o vermicomposto quando aplicado na forma líquida apresenta grande potencial de supressão de pragas e de doenças de plantas.

Já na coleta realizada aos 50 dias, apesar de não serem observadas diferenças estatísticas quando comparado os diferentes tratamentos na mesma época, os três tratamentos aplicados na forma sólida apresentaram menor número de *P.brachyurus* no interior das raízes de soja em comparação aos tratamentos aplicados na forma líquida e ao tratamento com *P. brachyurus*, sem adubo. Esta tendência é mantida na coleta realizada aos 75 dias, apresentando diferenças estatísticas, onde o tratamento COMPlig, apresentou maior número de fitonematoides no interior das raízes de soja. Os tratamentos aplicados na forma sólida apresentam o menor número de fitonematoides penetrados. Comparando-se os diferentes tratamentos, observa-se que as plantas cultivadas com VERM foram menos prejudicadas, sendo o número

de nematoides penetrados 26% e 13% menor que o observado nos adubos COMP e ECO, respectivamente.

Quando comparamos os mesmos tratamentos aplicados, nas diferentes épocas de coleta, 25, 50 e 75 dias, observam-se diferenças estatísticas, em exceção ao tratamento sem adubo. A partir dos 25 dias o número de *P.brachyurus* no interior das raízes de soja nos tratamentos aplicados na forma líquida tende a aumentar. Os resultados indicam que o efeito supressor na penetração dos nematoides pelo adubo líquido é menos persistente no solo, sendo mais efetivo nos primeiros dias após sua aplicação.

Tabela 3: Número de fitonematoides penetrados nas raízes das plantas de soja cultivadas na presença do *P. brachyurus*, no solo adubado com composto orgânico (COMP), composto orgânico da Ecocitrus (ECO), vermicomposto (VERM), aplicados no solo na forma sólida (sol) ou líquida (liq), ou sem adubação orgânica, na ausência (Testemunha) ou presença do fitonematoide (Sem adubo), em casa de vegetação.

Adubos	<i>P.brachyurus</i>	Dias após a inoculação do <i>P.brachyurus</i>		
		25	50	75
Sem adubo	+	53,33 aA	118,66 aA	167,66 bA
COMP sol	+	21,33 aB	42,33 aB	213,33 bA
COMPliq	+	33,00 aC	157,66 aB	326,00 aA
ECO sol	+	41,00 aB	50,33 aB	182,00 bA
ECO liq	+	30,66 aB	143,33 aA	236,33 bA
VERM sol	+	38,67 aB	56,66 aB	158,00 bA
VERMliq	+	13,33 aB	88,33 aB	170,00 bA
CV (%)				57,10

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

A decomposição microbiana dos resíduos orgânicos pode produzir substâncias como ácidos orgânicos, nitritos, substâncias voláteis, amônia, entre outros (SAYRE, 1971; STIRLING, 1991; FERRAZ, 2010), que irão atuar no controle dos nematoides. Entretanto é difícil comprovar que um determinado composto seja responsável pela supressão e mortalidade de nematoides no solo, em razão do número de substâncias produzidas durante a decomposição da matéria orgânica, das mudanças na concentração ao longo do tempo e da possibilidade de que um ou mais compostos atuem ao longo do tempo (STIRLING, 1991).

Nas doses utilizadas, não foram observadas diferenças estatísticas na altura das plantas de soja entre os tratamentos nas coletas realizadas aos 25 e 50 dias somente na coleta realizada aos 75 dias (Tabela 4). Na primeira coleta pode-se observar que a menor altura ocorreu no tratamento sem adubação orgânica e com a presença do fitonematoide (Sem adubo). Já a adição ao solo dos adubos orgânicos tendeu a aumentar a altura das plantas. Entre os adubos, as menores alturas foram observadas nos tratamentos ECO sol e liq, provavelmente devido a sua menor concentração de nutrientes (Tabela 3) e ao elevado número de *P. brachyurus* penetrados nas raízes (Tabela 4).



Tabela 4: Altura, massa seca da parte aérea e das raízes das plantas de soja cultivadas na presença do *P. brachyurus* no solo adubado com composto orgânico (COMP), composto orgânico da Ecocitrus (ECO), vermicomposto (VERM), aplicados no solo na forma sólida (sol) ou líquida (liq), ou sem adubação orgânica com presença do fitonematoide (Sem adubo), em casa de vegetação.

Tratamentos	Dias após a inoculação		
	25	50	75
Altura (cm)			
Sem adubo	42,33 Ac	71,00 aA	61,33 bB
VERM sol	48,73 Ab	68,00 aA	73,00 aA
VERM liq	47,86 aB	66,33 aA	67,67 aA
ECO sol	45,66 Ab	71,00 aA	70,66 aA
ECO liq	45,66 aB	67,66 aA	68,33 aA
COMP sol	47,87 aB	67,00 aA	70,00 aA
COMP liq	50,53 aC	72,66 aA	63,33 bB
CV (%)			7,05
Massa seca parte aérea			
Sem adubo	11,96 aC	15,62 aB	24,54 bA
VERM sol	12,29 aC	18,29 aB	33,66 aA
VERM liq	11,67 aC	16,00 aB	25,26 bA
ECO sol	10,48 aC	18,14 aB	31,94 aA
ECO liq	11,42 aC	17,42 aB	25,50 bA
COMP sol	10,16 aC	20,49 aB	32,65 aA
COMPliq	12,16 aC	16,16 aB	27,12 bA
CV (%)			9,96
Massa seca de raiz			
Sem adubo	1,38 aC	5,68 bB	8,57 aA
VERM sol	1,65 aC	7,08 bB	9,85 aA
VERM liq	1,27 aB	6,70 bA	5,10 bA
ECO sol	0,76 aC	7,56 bB	9,83 aA
ECO liq	1,22 aB	8,29 bA	9,92 aA
COMP sol	1,36 aB	8,53 bA	8,85 aA
COMPliq	1,48 aC	14,33aA	6,73 bB
CV (%)			22,09

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

De modo geral, na segunda e na terceira avaliação há maior altura onde os tratamentos foram aplicados na forma sólida. Aos 75 dias o tratamento COMP liq, que apresentava plantas de soja com maior desenvolvimento nas coletas anteriores e o tratamento testemunha sem adubo e com a presença do fitonematoide, apresentaram menor desenvolvimento em relação aos demais tratamentos. Assim, os resultados novamente indicam que o efeito supressor na penetração dos nematoides pelos tratamentos aplicados na forma líquida é menos persistente no solo, sendo mais efetivo nos primeiros dias após sua aplicação.

Os fertilizantes orgânicos influenciaram positivamente o acúmulo da massa seca das plantas (Tabela 4), apesar de não ter sido observado diferenças estatísticas aos 25 e 50 dias de coleta. Na primeira coleta as menores massas secas da parte

aérea foram observadas nos tratamentos COMP sol, ECO sol. Estes resultados confirmam os prejuízos que os fitonematoides causam ao crescimento das plantas, pois o tratamento ECO sol foi o que apresentou a maior penetração de *P. brachyurus* no interior das raízes de soja aos 25 dias, o que resultou em menor desenvolvimento da planta. Os danos causados nas raízes das plantas por estes organismos são refletidos na parte aérea das plantas, reduzindo o desenvolvimento ou até mesmo levando a morte (FERRAZ et al., 2010).

Na coleta realizada aos 50 dias não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, mas a utilização da adubação orgânica resultou em aumento da massa seca da parte aérea de todos os tratamentos, com destaque para os tratamentos aplicados na forma sólida. Na última coleta comprova-se o melhor desenvolvimento das plantas nos tratamentos aplicados na forma sólida, sendo a produção de massa seca da parte aérea estatisticamente superior a todos os tratamentos aplicados na forma líquida e aos tratamentos sem adubação. Destaca-se a grande redução no acúmulo de massa seca das raízes das plantas cultivadas no solo inoculado com nematóide, independentemente da adubação utilizada. Este resultado demonstra o grande potencial de dano dos fitonematoides na cultura soja e justifica a preocupação que pesquisadores, técnicos de campo e produtores em encontrar práticas de manejo que possam ser eficientes no controle destes patógenos. Diferenças estatísticas são observadas para massa seca de parte aérea e raiz quando comparamos o mesmo tratamento nas diferentes épocas de coleta 25,50 e 75 dias. Os tratamentos aplicados na forma sólida a partir dos 25 dias apresentam maior desenvolvimento radicular e massa seca de parte aérea, devido ao fato de apresentar um menor número de *P.brachyurus* no interior do sistema radicular.

Diante da pouca efetividade dos nematicidas químicos disponíveis no mercado no controle de *P.brachyurus*, o manejo das áreas infestadas deve ser feito através da integração de diversas técnicas de controle, como o uso de culturas e cultivares não hospedeiras, o revolvimento do solo, e o uso de plantas produtoras de substâncias nematicidas. É neste contexto que os resultados deste trabalho indicam que o uso da adubação orgânica deve ser intensificado como uma ferramenta auxiliar no controle dos nematoides, pois apresentou resultados promissores na redução da penetração no sistema radicular e no estímulo ao crescimento das plantas. Outros estudos devem ser realizados testando-se diferentes doses, de diferentes adubos orgânicos, em diferentes plantas, inicialmente em condições de casa de vegetação e posteriormente a campo, como forma de disponibilizar informações técnicas úteis ao manejo dos fitonematoides.

## Conclusão

Os fertilizantes orgânicos a base de esterco bovino, palha e resíduos agroindustriais reduziram a penetração de *Pratylenchus brachyurus* em raízes e aumentam a produção de massa seca da parte aérea das plantas de soja, quando aplicados ao solo na forma sólida.

## Referências

ARANCON, N. Q.; GALVIS, P. A.; EDWARDS, C. A. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. **Bioresource Technology**, Essex, v. 96, p. 1137-1142, 2005.

BONETTI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.

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

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS/RS-SC) RS-SC. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 394 p., 2004.

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

DOMÍNGUEZ, J.; LAZCANO, C.; GÓMEZ-BRANDÓN, M. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. **Acta Zoológica Mexicana**, Cidade do México, Número Especial 2, p. 359-371, 2010.

ECOCITRUS. **Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí**. Montenegro, RS. Disponível em: <<http://www.ecocitrus.com.br/index.php/home>>. Acesso em: 21 jan. 2015.

EDWARDS, C. A. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes to produce vermin composts and animal feed protein. In: EDWARDS, C. A. (Ed.). **Earthworm ecology**. 2. ed. Boca Raton: St. Lucie Press, p. 345-379, 2004.

EDWARDS, C. A.; ARANCON, N. Q.; VASKO-BENNETT, M.; ASKAR, A.; KEENEY, G. Effect of aqueous extracts from vermicomposts on attacks by cucumber beetles (*Acalymna vittatum*) (Fabr.) on cucumbers and tobacco hornworm (*Manduca sexta*) (L.) on tomatoes. **Pedobiologia**, Jena, v. 53, p. 141-148, 2010.

FERRAZ, S.; FREITAS, G. L.; LOPES, S. E.; DIAS-ARIEIRA, R. C. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa, MG, Ed. UFV, p. 63-100, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FERREIRA, I. C. M.; SILVA, G. S.; NASCIMENTO, F. S. Efeito de extratos aquosos de espécies de Asteraceae sobre *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 1, p. 40-44, 2013.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, v. 57, n. 12, 1973.

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

SAYRE, R. M. Biotic influences in soil environment. In: ZUCKERMAN, B. M.; MAI, W. F.; RODHE, R. A. (Eds.). **Plant parasitic nematodes**, v. I, New York: Academic Press, 1971, p. 235-256.

SILVA, M. G.; SHARMA, R. D.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, C. M. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematóides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura brasileira**, v. 4, n. 4, 2006.

SCHIEDECK, G.; HOLZ, F. P.; ZIBETTI, V. K.; SCHIAVON, G. A. Potencial de aproveitamento de resíduos de agroindústrias através da minhocultura. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, p. 10-12, 2012.

SEDIYAMA, M. A.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. **Cultivo de hortaliças no sistema orgânico**. *Ceres, Viçosa*, v. 61, p. 829-837, 2014.

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

VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, A. C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica II – ensaio de casa de vegetação (b). **Revista Ceres, Viçosa**, v. 42, n. 239, p. 89-97, 1995.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contribuiu para a busca de substratos alternativos que possam ser usados no controle de *Pratylenchus brachyurus*, minimizando o uso de fertilizantes e nematicidas químicos viabilizando a sustentabilidade dos agroecossistemas. Desta forma, é importante pelo menos conhecer as características químicas dos resíduos orgânicos a serem usados nos processos de vermicompostagem e compostagem para favorecer a otimização e aplicação dos mesmos.

Há necessidade de mais estudos envolvendo o potencial de controle de diferentes fertilizantes orgânicos, de origem animal, vegetal e agroindustrial, associando o uso de plantas com propriedades nematicidas no processo de compostagem e vermicompostagem, bem como análises dos compostos nematicidas liberados.

Assim, recomenda-se que faça testes do potencial dos fertilizantes orgânicos a campo no controle de *P. brachyurus*, estudos de levantamento da ocorrência da espécie *P. brachyurus* nas áreas cultivadas com soja, principalmente, no Estado do RS, e conscientizar os agricultores e técnicos responsáveis pela assistência destas áreas, dos danos e perdas econômicas gerados por este nematóide, buscando controles alternativos, minimizando os impactos ambientais.