**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Uso de plantas de cobertura para controle de *Pratylenchus
brachyurus* em sucessão com soja**

Ruan Carlos Navarro Furtado

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Fitopatologia

**Piracicaba
2018**

Ruan Carlos Navarro Furtado
Agrônomo

**Uso de plantas de cobertura para controle de *Pratylenchus brachyurus*
em sucessão com soja**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. **MARIO MASSAYUKI INOMOTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Fitopatologia

Piracicaba
2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Furtado, Ruan Carlos Navarro

Uso de plantas de cobertura para controle de *Pratylenchus brachyurus* em sucessão com soja / Ruan Carlos Navarro Furtado - -. versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2018.

38 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. *Pratylenchus brachyurus* 2. Rotação de culturas 3. Controle cultural 4. *Glycine max*
I. Título

A minha Família e Amigos

Dedico esse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pelo suporte financeiro e pela oportunidade de desenvolver este projeto.

Ao Prof.^o Dr^o Mario Massayuki Inomoto por toda orientação, suporte intelectual e amizade durante o projeto.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP) pela oportunidade e receptividade a um aluno de fora.

A todo Departamento de Fitopatologia e Nematologia da Esalq/USP pelos ensinamentos e apoio que me deram para com a fitopatologia.

A Piraí Sementes, e em especial ao José Aparecido Donizete Carlos, pelas sementes utilizadas neste trabalho e parceria em demais níveis técnicos.

Aos colegas de Laboratório de Nematologia com quem tive as melhores conversas e discussões sobre nematologia. Em especial: Pedro Confort, Victor Hugo de Souza, Luciane Santini, Sivia Paiva, Sônia Antedomênico, Joaquim Dias e Laize Rossini.

A todos meus orientadores que me trouxeram até aqui. Vivian Carré-Míssio, Roberto Luis Portz e Jerônimo Araujo-Filho.

Aos meus pais e irmãos pelo apoio incondicional em todas as horas. Ao meu sobrinho pela melhores risadas e desafios.

Aos amigos que fiz em Piracicaba Lillian Bibiano, Ana Cláudia Theophilo, Rafael Oberdan Ramos, Amadeu Oss, Luís Bonamim e Lucas Cantori que ajudaram na minha adaptação ao novo.

Aos melhores amigos que uma pessoa pode ter e que eu deixei no Paraná e Itália. Seria longo citar um por um mas, o carinho não é diminuído. Aos grandes e pequenos, de pouco ou muito tempo de amizade.

Vocês são demais. Muito obrigado.

“All we have to decide is what to do with the time that is given us”

-J. R. R. Tolkien

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	10
1. CAPÍTULO I: REAÇÃO DE HOSPEDABILIDADE DE ADUBOS VERDES A <i>PRATYLENCHUS BRACHYURUS</i>.....	13
RESUMO	13
ABSTRACT	13
1.1. INTRODUÇÃO	14
1.2. MATERIAIS E MÉTODOS	16
1.3. RESULTADOS	17
1.4. DISCUSSÕES	19
1.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
REFERÊNCIAS	22
2. CAPITULO II: AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO E MILHETO NA MULTIPLICAÇÃO DE <i>PRATYLENCHUS BRACHYURUS</i> EM SISTEMA COM SOJA	27
RESUMO	27
ABSTRACT	28
2.1. INTRODUÇÃO	28
2.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
2.3. RESULTADOS	32
2.4. DISCUSSÕES.....	33
2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS	35

RESUMO

Uso de plantas de cobertura para controle de *Pratylenchus brachyurus* em sistema com soja

A crescente preocupação com nematoides está associada a sua facilidade em encontrar alimento durante a safra e entressafra. A sucessão de culturas popularizada pelo Sistema de Plantio Direto (SPD) permite a multiplicação constante destes patógenos em campo. *Pratylenchus brachyurus*, o nematoide das lesões radiculares, foi extremamente favorecido por este sistema devido a seu alto grau de polífagia, parasitando inclusive as principais culturas agrícolas nacionais. A soja é a cultura que mais sofre perdas por este patógeno e o sistema onde é empregada, em rotação com gramíneas, é uma condição agravante para a cultura. Devido a isto a busca por alternativas de sucessão em que o nematoide não seja capaz de aumentar a população é uma ferramenta importante para o controle do nematoide. O objetivo deste trabalho foi buscar alternativas de coberturas vegetais para o controle de *P. brachyurus* e testar o efeito em sucessão com soja. Foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro para avaliar a reação de hospedabilidade de plantas de cobertura a *P. brachyurus*, e o segundo com sucessão de sorgo com soja. No primeiro experimento foram avaliados 18 tratamentos na primeira etapa e 10 na segunda, totalizando 19 coberturas vegetais diferentes. Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação em vasos de plástico com 1L de solo autoclavado. Três plantas de cada tratamento foram mantidas por parcela. Foram inoculados 1000 espécimes do nematoide por parcela e a avaliação foi realizada aos 90 dias após a inoculação (DAI). Neste período os nematoides, foram extraídos das raízes por método de liquidificação, peneiramento e flutuação em centrifuga, e contados em Câmara de Peters sobre microscópio ótico. Com a população final encontrada foi avaliado o Fator de Reprodução (FR) do nematoide na planta. Nos dois ensaios foram encontrados resistência para seis tratamentos. Leucena, estilosantes, tefrosia, *C. grantiana*, *C. spectabilis* e *C. breviflora* apresentaram resistência nos dois experimentos. Guandu-mandarim apresentou resistência no primeiro ensaio e suscetibilidade no segundo enquanto que, *C. ochroleuca* ocorreu o inverso. Os resultados demonstraram o potencial de redução da população do fitonematoide com o uso de espécies vegetais de cobertura. No segundo experimento foi conduzido ensaio de sucessão com cinco cultivares de sorgo e um de milho em sistema com gramínea-soja. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação com oito parcelas por tratamento. Cada parcela foi inoculada com 1000 espécimes de *P. brachyurus* em vasos de 1L com solo autoclavado. Foram mantidas três plantas por vaso. Quatro parcelas foram colhidas aos 90 DAI e realizada a extração para avaliação de FR. Das quatro parcelas restantes foi removida a parte aérea das gramíneas e semeado soja. As avaliações em soja foram realizadas na senescência da cultura. Não foram encontrados tratamentos resistentes. O cultivar de milho BRS 1501 apresentou os menores valores de FR, multiplicando menos o nematoide, enquanto o cultivar de sorgo BRS 716 apresentou os valores mais elevados. As avaliações em soja demonstraram a menor produtividade e massa fresca de raiz de soja conforme o aumento da população do nematoide na parcela devido à sucessão. Nenhum dos tratamentos foi eficiente para diminuir a população do nematoide e o aumento da população inicial na soja

agravou os danos causados pelo nematoide. Por tanto nenhum dos tratamentos com gramíneas é recomendado para rotação com soja ou cultivo em solos infestados. Neste trabalho foi possível visualizar os danos causados pelo nematoide na cultura e também foi possível encontrar potenciais de controle cultural com plantas resistentes e a supressão da população no solo.

Palavras-chave: *Pratylenchus brachyurus*; Rotação de culturas; Controle cultural; *Glycine max*

ABSTRACT

Use of cover crops to control of *Pratylenchus brachyurus* in a soybean system

The growing concern with nematodes is associated with their ease in finding food during the harvest and in the off season. The crop rotation, popularized by the No-till farming allows the constant multiplication of these pathogens in the field. *Pratylenchus brachyurus* the root-lesion nematode was greatly favored by this system due to its polyphagous feeding behavior, parasitizing even the main national agricultural crops. Soybean is the host of this pathogen, and the system where it is employed, in rotation with grasses, is an aggravating condition for the crop. Due to this the search for rotation alternatives where the nematode is not able to increase the population is an important tool for the control in the off season and to avoid losses in the main crop. The objective of this work was to search for plant cover alternatives for the control of *P. brachyurus* and to test the effect in succession with soybean. Two experiments were carried out, the first one to evaluate the host planting of *P. brachyurus*, and a second with succession of grasses with soybean in soil infested with nematodes. In the first experiment, eighteen treatments were evaluated in the first stage and ten in the second, totaling nineteen different cover crops. The assays were conducted in a greenhouse in plastic vats with 1L of steam sterilized soil. Three plants of each treatment were maintained per plot. 1000 specimens of the nematode were inoculated per plot and the evaluation was performed at 90 days after inoculation (DAI). During this period the nematodes were extracted from the roots by means of liquidification, sieving and centrifugal flotation, and counted in Peters' Chamber on an optical microscope. With the final population found, the reproductive factor (RF) of the nematode in the plant was evaluated. In both tests resistance was found for six treatments. Leucaena, stylers, tephrosia, *C. grantiana*, *C. spectabilis* and *C. breviflora* showed resistance in both experiments. Pigeonpea cv 'mandarim' presented resistance in the first trial and susceptibility in the second while *C. ochroleuca* occurred the inverse. The results demonstrated the potential of reducing the phytonematoid population with the use of plant cover species. In the second experiment, a succession test was carried out with five cultivars of sorghum and one of millet in a grass-soybean system. The experiments were conducted in greenhouse with eight plots per treatment. Each plot was inoculated with 1000 specimens of *P. brachyurus* in 1L vessels with autoclaved soil. Three plants were maintained per pot. Four plots were harvested at 90 DAI and extraction was performed for FR evaluation. Of the four remaining plots was removed the aerial part of the grasses and sown soybean. The soybean evaluations were carried out in the senescence of the crop. No resistant treatments were found. The millet cultivar BRS 1501 presented the lowest values of RF, multiplying the nematode less, while the sorghum cultivar BRS 716 had the highest values. Soybean yields showed lower productivity and fresh soybean root mass as the nematode population increased in the plot due to succession. None of the treatments with grasses were efficient to decrease the nematode population and the initial population increases in soybean aggravated nematode damage. None of the treatments are recommended for soybean rotation or cultivation on infested soil. In this work it was possible to visualize the damage caused by the nematode in the crop and it was also possible to

find potentials of cultural control with resistant plants and the suppression of the population in the soil.

Keywords: *Pratylenchus brachyurus*; Crop rotation; Cultural control; *Glycine max*

1. CAPÍTULO I: REAÇÃO DE HOSPEDABILIDADE DE ADUBOS VERDES A *PRATYLENCHUS BRACHYURUS*

RESUMO

O objetivo deste estudo foi de avaliar diferentes plantas de cobertura para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação, sendo o primeiro com 18 tratamentos compostos por seis espécies de crotalarias (*C. grantiana*, *C. paulina*, *C. ochroleuca*, *C. breviflora*, *C. spectabilis*, *C. juncea* 'IAC' e *C. juncea* 'KR 1'), três cultivares de feijão-guandu ('Anã', 'Mandarim' e 'Fava Larga'), mucuna-anã, feijão-de-porco, calopogônio, leucena, estilosantes 'Campo Grande', cudzu-tropical, soja-perene, tefrósia e braquiária ruziziensis conduzidos em vasos com 1L de solo autoclavado. Foram inoculados 1000 nematoides por parcela e avaliada população final e fator de reprodução (FR) aos 90 dias após inoculação. O segundo tratamento foi realizado como repetição mas, utilizando *C. spectabilis*, *C. breviflora*, *C. ochroleuca*, *C. grantiana*, *C. paulina* e *C. mucronata*, feijão-guandu Mandarim, mucuna-anã, estilosantes 'Campo Grande', calopogônio e leucena. Foram encontrados sete tratamentos resistentes ao nematoide das lesões no primeiro experimento e seis no segundo. Leucena, estilosantes, tefrosia, *C. grantiana*, *C. spectabilis* e *C. breviflora* apresentaram resistência nos dois experimentos. Guandu-mandarim apresentou resistência no primeiro ensaio e suscetibilidade no segundo enquanto *C. ochroleuca* ocorreu o inverso.

Palavras-chave: *Pratylenchus brachyurus*, Rotação de culturas, Controle cultural

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate different cover plants for the control of *Pratylenchus brachyurus*. Two experiments were carried out in a greenhouse, the first with 18 treatments composed of six species of crotalaria (*C. grantiana*, *C. paulina*, *C. ochroleuca*, *C. breviflora*, *C. spectabilis*, *C. juncea* 'IAC' and *C. juncea* 'KR 1'), three cultivars of pigeon bean ('Dwarf', 'Dwarf' and 'Fava largo'), Velvet bean, Jack bean, calopogonium, leucaena, Stylosanthes Campo

Grande, *Pueraria phaseoloides*, *Neonotonia wightii*, *tephrosia* and *brachiaria ruziziensis* conducted in vessels with 1L of autoclaved soil. 1000 nematodes were inoculated per plot and the final population and reproduction factor (RF) were evaluated at 90 days after inoculation. The second treatment was carried out as a repetition but using *C. spectabilis*, *C. breviflora*, *C. ochroleuca*, *C. grantiana*, *C. paulina* and *C. mucronata*, mandarin mandarin bean, mucuna dwarf, Campo Grande stylers, *calopogonium* and *leucena*. Seven nematoid resistant treatments of the lesions were found in the first experiment and six in the second. *Leucena*, *Stylosanthes*, *tefrosia*, *C. grantiana*, *C. spectabilis* and *C. breviflora* showed resistance in both experiments. *Guandu-mandarin* presented resistance in the first trial and susceptibility in the second while *C. ochroleuca* occurred the inverse.

Keywords: *Pratylenchus brachyurus*, Crop rotation, Cultural control.

1.1. INTRODUÇÃO

O atual sistema agrícola alterou a dinâmica de cultivo em todo território nacional. Com a popularização do Sistema de Plantio Direto (SPD), os ganhos em produtividade permitem o cultivo em novas áreas, suprimem problemas antigos e criam novos desafios, como problemas com nematoides (Inomoto, 2008). Estes parasitas de plantas encontram condições climáticas favoráveis à sua reprodução em clima tropical e subtropical, e são favorecidos pelas condições de menor revolvimento de solo e de safras consecutivas (Inomoto, 2008; Torres, 2009).

Dentre as principais espécies *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & S. Stekhoven, 1941 recebe atenção dobrada pela sua distribuição em território nacional. Estudos no Cerrado indicam a presença em 96% das amostras em algodoeiro do Estado do Mato Grosso (Galbieri *et al.* 2014) e alta população em áreas responsáveis por 29% da produção de soja no Estado do Mato Grosso do Sul (Dias *et al.*, 2010).

Devido à alimentação de *P. brachyurus* no sistema radicular, as plantas infectadas apresentam sintomas de enegrescimento e redução no volume de raízes. Com o sistema radicular enfraquecido plantas apresentam, na parte aérea, menor porte, podendo ocorrer clorose além de murcha nas horas mais quentes do dia. O agravamento dos sintomas tem ocorrido com o aumento da população de nematoide

parasitando o sistema radicular devido aos consecutivos cultivos de hospedeiros suscetíveis (Ramos Junior *et al.* 2015).

A alta frequência do nematoide está associada à manutenção de plantas hospedeiras na área de cultivo. A ausência ou desuso de culturas e/ou cultivares resistentes aumentam gradativamente a população do parasita. A utilização de hospedeiros na safra e na entressafra acaba por desempenhar uma ponte de sobrevivência e multiplicação do patógeno (Dias *et al.*, 2010). Além disso, a gama de hospedeiros abrange espécies vegetais não cultivadas. Dessa forma, plantas daninhas e espontâneas podem servir como forma de sobrevivência quando não há cultura em campo (Lordello *et al.*, 1988, Singh *et al.*, 2010).

A sucessão com culturas resistentes é a principal ferramenta para a supressão dessa ponte de sobrevivência entre safras. Sem hospedeiro suscetível, o patógeno acaba por morrer sem alimento ou sem finalizar seu ciclo de vida, agindo assim como controle por erradicação relativa do inóculo inicial, prevenindo danos na cultura principal (Johson, 1985).

Contudo, a escolha das culturas resistentes para rotação deve ser avaliada conforme espécie alvo de controle, uma vez que cada patógeno possui uma gama diferente de hospedeiros. As relações de resistência e suscetibilidade para nematoides em plantas são caracterizadas conforme sua capacidade de se multiplicar na planta. Desta forma, quando ocorre o aumento da população do patógeno durante o ciclo da espécie vegetal ou cultivar, ou população final maior do que a inicial, define-se como boa hospedeira ou suscetível, com a relação inversa a planta caracterizada como resistente ou má hospedeira. Estes cálculos possibilitam a definição do Fator de Reprodução (R) do nematoide na cultura. (Oostenbrink, 1966).

O nematoide das lesões é capaz de parasitar diversas espécies vegetais, se multiplicando em culturas incluindo milho, soja, arroz e algodão (Santana-Gomes *et al.*, 2014), dificultando o controle por rotação com plantas de retorno econômico. Devido a isso, procuram-se por alternativas em culturas de cobertura capazes de suprimir o nematoide na entressafra. A principal ferramenta utilizada no manejo de *P. brachyurus* por plantas resistentes é a capacidade de atrair os nematoides, mas não permitir seu desenvolvimento e multiplicação de forma efetiva, atuando assim como planta antagonistas (Silva *et al.*, 1989 c, Rodrigues, *et al.* 2014).

Alguns gêneros de plantas são conhecidas notoriamente por serem resistentes a *P. brachyurus*. As espécies do gênero *Crotalaria*, devido à produção de crotalina, nematocida natural, é amplamente estudada. Contudo, as crotálarias apresentam diferentes relações com as diferentes espécies de nematoides fitoparasitas (Wang, *et al*, 2002), sendo necessário correta avaliação para cada espécie.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de supressão de plantas de cobertura ao nematoide *P. brachyurus* e comparar com dados encontrados na literatura.

1.2. MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em casa de vegetação na área experimental do Laboratório de Nematologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP – 22° 42’S, 47° 38’W, 546 m de altitude).

Foram realizados dois experimentos para avaliar o Fator de Reprodução (FR), ambos em delineamento inteiramente casualizados (DIC), sendo o primeiro conduzido entre setembro/2016 e dezembro/2016, e o segundo entre janeiro/2017 e abril/2017.

No primeiro experimento foram avaliadas seis espécies de crotálarias (*Crotalaria spectabilis*, *C. breviflora*, *C. ochroleuca*, *C. grantiana*, *C. paulina* e *C. juncea* ‘KR-1’ e ‘IAC’), três cultivares de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) ‘anã’, ‘Fava-Larga’ e ‘Mandarim’; feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), mucuna-anã (*Mucuna pruriensis*), estilosantes ‘Campo Grande’ (*Stylosanthes capitata* + *S. macrocephala*), soja-perene (*Neonotonia wightii*), tefrósia (*Tephrosia candida*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), leucena (*Leucaena leucephala*), cudzu-tropical (*Pueraria phaseoloides*) totalizando 17 tratamentos e incluído braquiaria ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*) como testemunha suscetível.

No segundo experimento foram avaliadas seis espécies de crotálarias (*Crotalaria spectabilis*, *C. breviflora*, *C. ochroleuca*, *C. grantiana*, *C. paulina* e *C. mucronata*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*) ‘Mandarim’, mucuna-anã (*Mucuna pruriensis*), estilosantes Campo Grande (*Stylosanthes capitata* + *S. macrocephala*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), leucena (*Leucaena leucephala*), totalizando 10 tratamentos.

Os experimentos foram instalados em vasos de plástico preto com 1L de solo autoclavado. Foram utilizados seis sementes por vaso, sendo realizado desbaste de plântulas para manter três plantas/vaso. Cada vaso sendo uma parcela, com total de cinco parcelas por tratamento.

O inoculo de *Pratylenchus brachyurus* utilizado (Pb₂₃) foi obtido a partir de amostras coletas no município de Sapezal, Mato Grosso, Brasil (13°32' S, 58°48' W). A multiplicação e manutenção do inóculo foram realizadas em plantas de *Sorghum bicolor*. A inoculação foi realizada 14 dias após a semeadura com suspensão calibrada de 1000 nematóides por parcela, depositadas em três orifícios de 3 cm de profundidade no solo dos vasos. Os orifícios foram fechados com vermiculita.

A avaliação foi realizada 90 dias após a inoculação (DAI). A extração de nematoides das raízes foi realizada a partir do método de processamento, peneiramento e flutuação em centrifuga de Coolen e D'Herde (1972). Foram padronizados 10g de raiz por parcela para avaliação quando massa superior a este valor. A contagem de nematoides foi realizada com auxílio de Câmara de Peters em microscópio óptico.

O R das espécies testadas foi encontrado a partir do calculo de $FR = (\text{População final} / \text{População Inicial})$. Foram consideradas resistentes os tratamentos com $R < 1$ como resistente (R) e $R \geq 1$ como suscetível (S).

Os resultados foram submetidos a análise de variância e teste Scott-Knott a 5% de probabilidade e transformados em $\sqrt[3]{x}$ no programa Rx64®.

1.3. RESULTADOS

Os valores apresentados na Tabela 1 indicam o Fator de reprodução de *P. brachyurus* nas culturas avaliadas nos dois experimentos. Houve diferença estatística nos dois ensaios. Com excessão a *Crotalaria ochroleuca* e feijão-guandu 'Mandarim' os tratamentos no primeiro experimento como se comportaram e foram reavaliados segunda etapa.

Tabela 1. Valores de Fator de Reprodução de *Pratylenchus brachyurus* para culturas de adubação verde

Tratamentos	Fator de reprodução (R)			
	Experimento 1*		Experimento 2*	
<i>Crotalaria juncea</i> 'IAC'	36,06	S	--	
<i>Crotalaria juncea</i> 'KR 1'	19,72	S	--	--
<i>Crotalaria paulina</i>	13,56	S	3,21	S
<i>Mucuna puriensis</i>	13,37	S	--	--
<i>Calopogonium mucunoides</i>	8,34	S	7,64	S
<i>Cajanus cajan</i> 'Anã'	5,72	S	--	--
<i>Cajanus cajan</i> 'Fava Larga'	4,51	S	--	--
<i>Canavalia ensiformis</i>	4,40	S	--	--
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	4,08	S	0,76	R
<i>Urochloa ruziziensis</i>	1,92	S	--	--
<i>Pueraria phaseoloides</i>	1,54	S	--	--
<i>Neonotonia wightii</i>	1,36	S	--	--
<i>Crotalaria mucronata</i>	--	--	1,24	S
<i>Tephrosia candidata</i>	0,98	R	--	--
<i>Cajanus cajan</i> 'Mandarim'	0,86	R	2,10	S
<i>Crotalaria breviflora</i>	0,36	R	0,11	R
<i>Crotalaria spectabilis</i>	0,24	R	0,10	R
Estilosantes 'Campo Grande'	0,21	R	0,04	R
<i>Crotalaria grantiana</i>	0,06	R	0,33	R
<i>Leucaena leucephala</i>	0,04	R	0,11	R
CV (%)	58,08		66,25	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

*Dados transformados para $\sqrt[3]{x}$ na análise estatística.

No experimento 1 as cultivares de *Crotalaria juncea* apresentaram o valor mais alto de R inclusive em relação a braquiária. As crotalarias *C. paulina* e *C. ochroleuca* também apresentaram reação de suscetibilidade (FR>1) a *P. brachyurus* na primeira avaliação. As demais espécies *C. grantiana*, *C. spectabilis* e *C. breviflora* apresentaram FR<1, caracterizando resistência.

Urochloa ruziziensis, *Neonotonia wightii*, *Pueraria phaseoloides*, *Canavalia ensiformis* e os cultivares de Feijão-guandu 'Anão' e 'Fava-Larga' foram encontradas com suscetivies porem feijão-guandu 'Mandarim' comportou-se como resistente. Os tratamentos estilosantes 'Campor Grande', *Leucaena leucephala* e

Tephrosia candida também apresentaram potencial de controle ao nematoide das lesões.

O experimento 2 confirmou os resultados do experimento 1, exceto por *C. ochroleuca* e feijão-guandu 'Mandarim'.

1.4. DISCUSSÕES

O R mais baixo encontrado foi em leucena (*L. leucephala*), sendo recuperadas 4% da população inoculada no primeiro experimento e 11% . Não há relatos na literatura a respeito da relação leucena-*P. brachyurus*, contudo Azmi (1993) relata encontrar em 25% das amostras de solo cultivados com pastagens plantas de leucena com a presença de *P. brachyurus*. Em relação a outros nematoides, Gonzaga (1992) já havia estudado sua relação com *M. incognita* raça 3 e *M. javanica*, relatando sua resistência e potencial uso como cobertura em sistema com tomateiro. Resultados relacionados a *M. incognita* também foram relatados no Quênia, indicando potencial de resistência ao fitonematoide (Daesager & Rao, 1999).

Os primeiros ensaios sobre suscetibilidade das duas espécies *Stylosanthes macrocephala* e *S. capitata* foram realizados com *M. javanica* e indicaram como boa multiplicadora (Sharma *et al.* 1984). Ao nematoide *P. brachyurus*, os ensaios realizados mostram a combinação altamente resistente a *P. brachyurus*. Os resultados de Charchar & Huang (1981), indicam relações patógeno-hospedeiro como não-hospedeira do nematoide das lesões. Em trabalho similar, Vedoveto *et al.* (2013) demonstrou a eficiência de *Stylosanthes* no controle em rotação com soja.

O tratamento com tefrósia foi suficiente para controlar o nematoide sem aumentar sua população, contudo o controle efetivo não foi eficiente, uma vez que a população se manteve constante, onde o FR esteve muito próximo a 1.

Dentre as crotalárias, a maior capacidade de supressão foi encontrada em *C. grantiana*. A população recuperada corresponde a 5% do inoculado no primeiro e 32% no segundo experimento. Anteriormente a resistência foi relatada para as duas principais espécies *P. brachyurus* e *P. zae* (Silva, *et al.* 1989c). *C. spectabilis* e *C. breviflora* são amplamente estudadas para o controle de diferentes gêneros de nematoides. Os resultados encontrados nos ensaios em casa de vegetação comprovam com sua baixa capacidade de hospedar os nematoides, conforme

relatadas anteriormente por Brodie *et al.* (1970); Silva *et al.* (1989b); Machado *et al.* (2007) e Ribeiro *et al.* (2007) Estes dados indicam a eficácia de *C. grantiana* como cultura de cobertura capaz de controlar *P. brachyurus*.

A capacidade de algumas espécies de crotalarias em suprimir a população do patógeno esta ligada à sua característica de atrair o nematoide, permitindo sua penetração nas raízes, mas impedindo seu desenvolvimento. Nos vasos onde foram realizados os ensaios, por não haver outras plantas além do tratamento, a impossibilidade do patógeno de procurar novas formas de alimentação provocou a busca pelas espécies testadas. Este efeito foi estudado por Silva *et al.* (1989a) para outra espécie *Meloidogyne javanica* onde mesmo formando o sítio de alimentação, as células modificadas não eram capazes de prover nutrientes necessários ao desenvolvimento do nematoide.

As espécies *C. ochroleuca* e *C. paulina* apresentaram no primeiro experimento suscetibilidade, contudo *C. ochroleuca* resistência no segundo. As duas espécies são reputadas como resistentes a *P. brachyurus* em trabalhos anteriores (Sharma *et al.*, 1982, Silva, *et al.* 1989c; Dias *et al.*, 2012). Sharma *et al.*, 1984 colocam em seu trabalho ainda a eficiência de *C. paulina* no controle de *P. brachyurus*. A diferença encontrada pode ser relacionada ao isolado utilizado Pb₂₃, que não havia sido testado nestas espécies. Os resultados criam a dúvida em relação à sua resistência, como em Machado *et al.* (2007).

A maior suscetibilidade entre as crotalarias foi encontrada em *C. juncea* onde as duas cultivares apresentaram alta suscetibilidade. A espécie quando submetida a outros dois isolados de *P. brachyurus* P₂₀ e P₂₄, apresentou FR 1,31 e 4,27, respectivamente (Machado *et al.*, 2007). Desta forma não caracterizando uma opção viável de controle para rotação (Dias, *et al.* 2012).

As cultivares de guandu (*Cajanus cajan*) apresentaram diferenças de resultados. O único cultivar resistente no primeiro experimento 'Mandarim' não apresentou o mesmo resultado no segundo experimento. Estes dados diferem dos encontrados por Inomoto *et al.* (2006) e Ribeiro *et al.* (2007), onde o R para 'Anão' e 'Fava Larga' foi de 0,68 e 1,57 para o primeiro trabalho e 0,6 e 0,4 respectivamente no segundo trabalho, enquanto a multiplicação nos ensaios deste trabalho indicaram suscetibilidade nos dois casos (R 5,72 e R 4,51, respectivamente). Contudo corroboram Motta *et al.* (2005) que encontrou R 1,13 para 'Anão' e ainda com Inomoto *et al.*, (2006) acerca do 'Fava Larga'. Para *P. brachyurus* guandu 'Mandarim'

é caracterizado como resistente (Sudeste, 2016), portanto manteve-se a dúvida em relação a reação de *P. brachyurus*.

O tratamento com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) apresenta resultados que corroboram com Inomoto *et al.*, (2006). *Mucuna* (*Mucuna pruriensis*) 'Anã' apresentou suscetibilidade ao isolado Pb₂₃ assim com nos trabalhos com os outros isolados (Machado *et al.*, 2007; Ribeiro *et al.* 2007) comprovando a capacidade do patógeno de se multiplicar na cultivar.

A testemunha suscetível avaliada *Urochloa ruziziensis* (braquiária ruziziensis) apresentou suscetibilidade R= 1,91. A capacidade desta família a hospedar *P. brachyurus* é diversas vezes avaliada devido ao sistema utilizado de rotação com a cultura da soja, também suscetível. Estudos comprovando a interação do patógeno com o capim-braquiaria e sua alta capacidade de sobrevivência em raízes alertam sobre as perdas causadas pelo sistema (Inomoto *et al.* 2007; Inomoto *et al.*, 2010; Queiroz *et al.*, 2014; Ubel *et al.* 2014).

Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) não apresenta dados de ensaios atestando sua capacidade de multiplicação do nematoide, apenas Guerra-Díaz (2006) relatando a ocorrência do nematoide em amostras coletadas em pastos. A presença do nematoide migradores em raízes por si não comprovam sua capacidade de se multiplicar nelas. A espécie se mostrou suscetível nos dois ensaios realizados, não sendo recomendada em solos infestados por multiplicar a *P. brachyurus*. O mesmo caso acontece com cudzu-tropical (*Pueraria phaseoloides*) e soja-perene (*Neonotonia wightii*) que apresentaram suscetibilidade ao nematoide.

Foi possível encontrar a partir destes ensaios novas opções de sucessão para o controle de *P. brachyurus*. As opções mais utilizadas atualmente *C. ochroleuca*, *C. breviflora* e *C. spectabilis* ganham aliados na *C. grantiana*, leucena e *Stylosanthes*. Este estudo permite o conhecimento do potencial de controle e abre caminho para experimentação com rotações e consórcios para determinar a eficiência do controle na produtividade de culturas com retorno econômico.

1.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As crotalárias e outros adubos verdes são importantes ferramentas para o manejo de *P. brachyurus*, principalmente na cultura da soja. Porém somente

algumas espécies de adubos verdes são resistentes. Por essa razão, seu uso deve ser definido após avaliações rigorosas.

REFERÊNCIAS

Araujo Filho, J. V., Inomoto, M. M., Godoy, R., & Ferraz, L. C. C. (2006) Reação de Linhagens de Feijão-guandu a *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus zaei*. *Nematologia Brasileira* 34(4).

Arim, O. J., Waceke, J. W., Waudu, S. W., & Kimenju, J. W. (2006). Effects of *Canavalia ensiformis* and *Mucuna pruriens* intercrops on *Pratylenchus zaei* damage and yield of maize in subsistence agriculture. *Plant and Soil*, 284(1), 243-251.

Azmi, M. I. (1993). Plant parasitic nematodes associated with su-babool. *Indian Journal of Forestry*, 16(4).

Brodie, B. B., Good, J. M., & Jaworski, C. A. (1970). Population dynamics of plant nematodes in cultivated soil: Effect of summer cover crops in old agricultural land. *Journal of Nematology*, 2(2), 147.

Charchar, J. M., & Huang, C. S. (1981). Host range of *Pratylenchus brachyurus*. III. Different species. *Fitopatologia Brasileira*, 6(3), 469-473.

Dias, W. P.; Asmus, G. L.; Silva, J. F. V.; Garcia, A.; Carneiro, G. E. S. (2010) Nematoides. In: Almeida, A. M. R.; Seixas, C.D.S. (Ed.) Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura. Embrapa Soja: Londrina, 2010. p. 173-206. In: Almeida, A. M. R. A. (2010). *Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura*. Embrapa Soja.

Debiasi, H., Moraes, M., Franchini, J. C., Dias, W. P., Silva, J. F. V., & Ribas, L. N. (2012). Manejo do solo para controle cultural do nematoide das lesões radiculares na entressafra da soja. In *Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo, 33., 2011, Uberlândia. Solos nos biomas

brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais. Uberlândia: SBCS: UFU: ICIAG, 2011..

Desaeger, J., & Rao, M. R. (1999). The root-knot nematode problem in sesbania fallows and scope for managing it in western Kenya. *Agroforestry Systems*, 47(1), 273-288.

Desaeger, J., & Rao, M. R. (2003). Significance of lesion and spiral nematodes in crotalaria-maize rotation in Western Kenya. *Nematropica*, 33(1), 27-40.

Ferraz, S., de Freitas, L. G., Lopes, E. A., Dias-Arieira, C. R., (2010). *Manejo sustentável de fitonematoides*. Viçosa, Ed. UFV, 187-242

Guerra-Díaz, E. (2006). Identificación De Generos Y Población De Nematodos En Pastos Gramíneas Y Leguminosas En El Fundo Zungaro Cocha-Iquitos. *Folia Amazónica*, 4(1), 41-48.

Inomoto, M. M., Motta, L. C., Beluti, D. B., Machado, A. C. Z. (2006) Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. *Nematologia Brasileira* 30, 39-44

Inomoto, M. M., Machado, A. C., & Antedomênico, S. R. (2007). Host status of *Brachiaria* spp. and *Panicum maximum* to *Pratylenchus brachyurus*. *Fitopatologia Brasileira*, 32(4), 341-344.

Inomoto, M. M. (2008). Importância e manejo de *Pratylenchus brachyurus*. *Revista Plantio Direto*, 108, 4-9.

Inomoto, M. M., & Asmus, G. L. (2010). Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. *Plant disease*, 94(8), 1022-1025.

Johnson, A. W. (1985). Specific crop rotation practices combined with cultural practices and nematicides. *An Advanced Treatise on Meloidogyne. Vol. I. Biology and Control.*, 283-301.

Lordello, R. R. A., Lordello, A. I. L., & Paulo, E. M. (1988). Multiplicação de *Meloidogyne javanica* em plantas daninhas. *Nematologia Brasileira*, 12, 84-92.

Machado, A. C., Motta, L. C., de Siqueira, K. M., Ferraz, L. C., & Inomoto, M. M. (2007). Host status of green manures for two isolates of *Pratylenchus brachyurus* in Brazil. *Nematology*, 9(6), 799-805.

Mendes, F., A. S., Debiasi, H., Franchini, J., Dias, W., Ramos Junior, E. U., & SILVA, J. (2012). Manejo cultural do nematoide das lesões radiculares durante a entressafra da soja no Mato Grosso. In Embrapa Soja-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: *JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA*, 7., 2012, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2012. p. 49-55.(Embrapa Soja. Documentos, 333). Editado por Paula Gerón Saiz de Mello. Disponível em:< [http://www. cnpso. embrapa. br/download/Doc-333. pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc-333.pdf)>..

Oliveira, C.M., Carregal, L.H.(2016). Manejo cultural contra *Pratylenchus brachyurus*. *Cultivar Grandes Culturas*, Pelotas, 211(1), 33-34.

Oostenbrink, M. (1966). Major characteristics of the relation between nematodes and plants. 66:1- 46.

Queiróz, C. D. A., Fernandes, C. D., Verzignassi, J. R., Valle, C. B. D., Jank, L., Mallmann, G., & Batista, M. V. (2014). Reaction of accessions and cultivars of *Brachiaria* spp. and *Panicum maximum* to *Pratylenchus brachyurus*. *Summa Phytopathologica*, 40(3), 226-230.

R: The R Project for Statistical Computing (2017). A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. Available online at <http://www.R-project.org/>.

Ramos Junior, E.U., Franchini, J.C., Debiasi, H., Ferrari, E., Faleiro, V.O., Shiratsuchi, L.S., Dias, W.P., Freitas, C.M., Silva, E.E., Tavares, G.F. (2015). Cultivo de soja sobre soja e sua influência na população de *Pratylenchus brachyurus* e na produtividade de grãos. In: VII Congresso Brasileiro de Soja. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125861/1/R.-203-CULTIVO-DE-SOJA-SOBRE-SOJA-E-SUA-INFLUENCIA-NA-POPULACAO-DE.PDF>

- Ribeiro, N. R., Dias, W. P., Homechin, M., Silva, J. F. V., & Francisco, A. (2007). Avaliação da reação de espécies vegetais ao nematoide das lesões radiculares. *Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil*, 29, 64.
- Rodrigues, D. B., Dias-Arieira, C. R., Vedoveto, M. V. V., Roldi, M., Molin, H. F. D., & Abe, V. H. F. (2014). Crop rotation for *Pratylenchus brachyurus* control in soybean. *Nematropica*, 44(2), 146-151.
- Santana-Gomes, S. M., C. R. Dias-Arieira, F. Biela, M. Ragazzi, L. F. Fontana, and H. H. Puerari. 2014. Crop succession in the control of *Pratylenchus brachyurus* in soybean. *Nematropica* 44:200-206.
- Silva, G. S., Ferraz, S., & Santos, J. M. (1989a). Atração, penetração e desenvolvimento de larvas de *Meloidogyne javanica* em raízes de *Crotalaria* spp. *Nematologia Brasileira*, 13, 151-163.
- Silva, G.S., Ferraz, S., Santos, J.M. (1989b) Histopatologia de raízes de *Crotalaria* parasitadas por *Meloidogyne javanica*. *Fitopatologia Brasileira*, V.16, 46-48
- Silva, G.S., Ferraz, S., Santos, J.M. (1989c). Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zaeae*. *Nematologia Brasileira* 13, 81-92
- Sharma, R. D., & Scolari, D. D. G. (1984). Efficiency of green manure and crop rotation in the control of nematodes under savannah conditions. *Nematologia Brasileira*, 8, 193-218.
- Singh, S. K., Khurma, U. R., & Lockhart, P. J. (2010). Weed hosts of root-knot nematodes and their distribution in Fiji. *Weed Technology*, 24(4), 607-612.
- Sudeste, E. P. (2016) Guandu BRS Mandarin. Embrapa Pecuária Sudeste-*Folhetos/Folhetos/Cartilhas (INFOTECA-E)*.
- Torres, R. G., Ribeiro, N. R., Boer, C. A., Fernandes, O., Figueiredo, A. G., Neto, A. F., & Corbo, E. (2009). *Manejo integrado de nematoides em sistema de plantio direto no cerrado*.

Uebel, M., Garbin, L. F., Silva, R. A., & Santos, P. S. (2014). Reação de cultivares de *Brachiaria* spp. a *Pratylenchus brachyurus*. *CONNECTION LINE*, (10).

Vedoveto, M. V. V., Dias-Arieira, C. R., Rodrigues, D. B., Arieira, J. D. O., Roldi, M., & Severino, J. J. (2013). Green manure in the management of *Pratylenchus brachyurus* in soybean. *Nematropica*, 43(2), 226-232.

Wang, K. H., Sipes, B. S., & Schmitt, D. P. (2002). Crotalaria as a cover crop for nematode management: a review. *Nematropica*, 32(1), 35-57.

2. CAPITULO II: AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO E MILHETO NA MULTIPLICAÇÃO DE *PRATYLENCHUS BRACHYURUS* EM SISTEMA COM SOJA

RESUMO

Dentro do sistema de plantio direto o emprego de sucessão de culturas, como sorgo e milho, é uma prática eficiente para controle de diversos patógenos. O oposto acontece com nematoide polífagos como *Pratylenchus brachyurus*. Devido à característica de polifagia é capaz de parasitar e sobreviver durante todo o ano. A soja é a cultura mais prejudicada por este nematoide e tem os danos potencializados conforme maior a população do patógeno na sua implantação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de reprodução de *P. brachyurus* em cultivares de sorgo para biomassa com sucessão com soja. Foram utilizados cinco cultivares de sorgo e uma cultivar de milho como testemunha suscetível em dez parcelas em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação em vasos de 1L inoculados com 1000 espécimes de *P. brachyurus*. A primeira avaliação de raízes foi feita aos 90 dias em cinco parcelas. As cinco parcelas restantes tiveram a parte aérea removida e semeado soja para sucessão. A avaliação foi feita na senescência da cultura. Nenhum dos sorgos apresentou capacidade para reduzir a população do nematoide, o milho apresentou o menor Fator de Reprodução (R) entre os tratamentos. Na soja foram encontradas a maior produtividade no milho BRS 1501, que apresentou menor R, e menor produtividade no cultivar de sorgo BRS 716, cultivar que mais multiplicou o patógeno. As médias de massa fresca de raiz variaram significativamente entre os dois tratamentos. A população inicial do nematoide na parcela foi o maior agravante para perdas. Nenhum dos tratamentos testados é recomendado em sucessão em áreas com histórico do nematoide.

Palavras-chave: *Pratylenchus brachyurus*, soja, rotação de culturas.

ABSTRACT

Within the no-tillage system, the use of crop successions, such as sorghum and corn, is an efficient practice to control various pathogens. The opposite happens with polyphagous nematodes like *Pratylenchus brachyurus*. Due to the characteristic of polyphagia, it is able to parasite and survive throughout the year. A soybean is a crop most harmed by this nematode and has damages potentiated as the population of the pathogen in its implantation increases. The objective of this work was to evaluate the breeding potential of *P. brachyurus* in sorghum cultivars for biomass with soybean succession. Five cultivars of sorghum and one cultivar of pearl corn were used as control susceptible in ten plots in a completely randomized design (DIC). The assays were conducted in a greenhouse in 1L pots inoculated with 1000 specimens of *P. brachyurus*. A first root evaluation was done in 90 days in five plots. As five remaining plots for an area of area removed and sown from soy to succession. An evaluation of the senescence of culture. None of the sorghums had the capacity to reduce the nematode population; millet had the lowest reproduction factor (R) among the treatments. In soybean, higher yields were found in BRS 1501 millet, which presented lower R and lower yield without BRS 716 serum, which increased the pathogen. As the means of the fresh root mass varied between the two treatments. An initial population of nematodes in the plot was the main aggravating factor for losses. None of the treatments tested are recommended successively in areas with a history of the nematode.

Keywords: *Pratylenchus brachyurus*, soybean, crop rotation.

2.1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merr.) é um dos carros-chefes da agricultura nacional. A cultura esta presente em todas as regiões do país, sendo responsável pela abertura das fronteira agrícola nas regiões Norte e Nordeste e estando consolidada nas demais áreas. O Brasil é o segundo maior produtor do grão alcançando a marca de 34 milhões de hectares cultivados e produção de 114.075,3 milhões de toneladas na safra 2016/2017 (CONAB, 2017).

Junto com a ampla produção, estão associados diversos patógenos acometendo a cultura. Estes limitam o desenvolvimento da planta reduzindo seu potencial produtivo. Cerca de 40 doenças (Freitas, 2011) já foram caracterizadas, e dentre estas 11 gêneros de nematoides parasitas (Lehmann *et al.* 1977), sendo quatro gêneros principais causadores de perdas na cultura: nematoide-de-cisto (*Heterodera glycines*), nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita*), nematoide reniformes (*Rotylenchulus reniformis*) e o nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) (Inomoto, 2006).

A importância crescente dos nematoides pode ser notada pela disseminação nas áreas de produção nacionais. Amostras laboratoriais apresentam 23% de ocorrência do *H. glycines*, 15% de *Meloidogyne* spp., 10% de *R. reniformis* e 96% de *P. brachyurus* em solos do Mato Grosso, Brasil (Galbieri, *et al.* 2014). Além do Mato Grosso, levantamentos apontam a presença do nematoide-das-lesões em alta população nos principais municípios produtores de soja no Estado do Mato Grosso do Sul (Dias, *et al.* 2010).

O *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & S. Stekhoven, 1941) é um endoparasita migrador que provoca escurecimento e necrose do tecido radicular devido a sua alimentação e movimentação. Com o menor volume de raízes ocorre a menor translocação de água e nutrientes para a parte aérea, que pode apresentar nanismo, clorose e murcha nas horas mais quentes do dia. As perdas podem chegar a 30% de produtividade (Dias *et al.*, 2010)

Este nematoide tem ganhado notoriedade devido à implantação do Sistema de Plantio Direto (SPD) nas regiões produtoras no Cerrado Brasileiro. Devido à sua capacidade de polifagia, a manutenção de hospedeiros durante todo o ano devido às múltiplas safras e menor revolvimento do solo, aumenta a população do nematoide no campo (Inomoto, 2008).

O dano causado pelo nematoide é determinado pela sua população no início da cultura (Mendes, 2012), então uma alternativa para o controle é a supressão da capacidade de sobrevivência e multiplicação do parasita durante a entressafra. A sucessão com culturas resistentes é a principal ferramenta nesta etapa uma vez que alterna o sistema de cultivo lançando mão de uma cultura resistente ao fitonematoide, ou seja, cultura com baixa ou sem capacidade de multiplicação do patógeno. Dessa forma, prevenindo os danos a cultura principal (Johnson, 1985).

Contudo, a espécie *P. brachyurus* é capaz de parasitar as principais culturas utilizadas em sucessão com a cultura da soja, como aveia, o milho, o milheto, o girassol, a cana-de-açúcar, o algodão, o amendoim (Dias *et al*, 2010).

A rotação com gramíneas tem sido comumente utilizada em SPD. A sucessão soja-milho é mais frequentemente escolhida devido ao seu retorno econômico, contudo a ausência de cultivares resistentes ao nematoide das lesões acarreta o aumento da população e consecutivas perdas na área. Inomoto (2011), avaliando genótipos de milho encontrou potencial de aumento da população de quatro a quinze vezes do patógeno durante um ciclo da cultura. Outro sistema utilizado com frequência foi relatado por Dias-Arieira *et al.* (2009) com capim-braquiária, em que foram encontrados duas vezes a população inicial do nematoide no final do ciclo

A sucessão soja-sorgo (*Sorghum bicolor*) também é utilizada com frequência. Devido a sua rusticidade e a resistência a estresse hídrico foi cultivada em 628.5 mi/ha na safra 2016/2017 em território nacional (CONAB, 2017). A cultura apresenta resultados discordantes a respeito de sua hospedabilidade ao nematoide, sendo classificada como má hospedeira e boa hospedeira (Endo, 1959; Sharma & Medeiros, 1982)

Inomoto (2011) avaliando outra gramínea conclui a capacidade de supressão da população do nematoide das lesões com a utilização da cultivar de milheto 'ADR 300' o que indica a possibilidade de utilização em rotação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de reprodução de *P. brachyurus* em cultivares de sorgo e milheto e o efeito na sucessão com soja.

2.2. MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em casa de vegetação na área experimental do Laboratório de Nematologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP – 22° 42'S, 47° 38'W, 546 m de altitude). Sendo conduzido entre setembro/2016 a abril/2017.

As espécies vegetais utilizadas neste trabalho, com exceção da cultivar de soja, foram fornecidas pela Piraí Sementes, empresa especializada na produção e comercialização de sementes para adubação verde. A cultivar de soja Vanguarda IPRO RR2 foi utilizada em sucessão para avaliação de produtividade.

Foram avaliadas duas espécies vegetais de cobertura, sendo cinco híbridos de sorgo biomassa (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) (NS K1009, NS L60, NS K2562, NS D61, BRS716) e uma de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) (cv 1501) como testemunha suscetível. Totalizando seis tratamentos conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC).

O experimento foi instalado em vasos de plástico preto com 1L de solo autoclavado. Foram utilizados seis sementes por vaso, sendo realizado desbaste de plântulas para manter três plantas/vaso. Cada vaso sendo uma parcela, com total de oito parcelas por tratamento.

O inóculo de *Pratylenchus brachyurus* utilizado (Pb₂₃) foi obtido a partir de amostras coletadas no município de Sapezal, Mato Grosso, Brasil (13°32' S, 58°48' W). A multiplicação e manutenção do inóculo foi realizado em plantas de sorgo.

A inoculação foi realizada 14 dias após a semeadura com suspensão calibrada de 1000 espécimes por parcela, depositadas em três orifícios de 3 centímetros de profundidade no solo dos vasos. Os orifícios foram fechados com vermiculita para evitar que os nematoides sofram por desidratação e perdas por lixiviação.

A primeira avaliação foi realizada 90 dias após a inoculação (DAI) sendo avaliado o fator de reprodução dos tratamentos e população final em quatro repetições. A extração de nematoides das raízes foi realizada pelo método de processamento, peneiramento e flutuação em centrifuga de Coolen e D'Herde (1972), sendo utilizadas amostras de 10g de raiz por parcela.

A avaliação de população de nematoides foi realizada em microscópio óptico de luz com Câmara de Peters e o fator de reprodução (R) foi determinado segundo Oostenbrink (1966) pelo calculo de $R = (\text{População final}) / (\text{População inicial})$. Desta forma indicando a numero de vezes que a população do nematoide aumentou ou diminuiu durante o ciclo da cultura.

A sucessão foi realizada nas quatro parcelas restantes, em que foram removidas as partes aéreas aos 90 DAI e semeado seis sementes de soja. As plântulas da cultura foram debastadas e mantidas duas por parcela. A avaliação foi realizada na senescência. Foram avaliadas produção, massa de raiz e população final.

Os resultados foram submetidos a análise de variância e teste Tukey a 5% de probabilidade, no Software Rx64®.

Para condução da soja foi realizado adubação sequencial em V6 e R1 com adubação de NPK 10-10-10, na dosagem 2,0 g/parcela. Também foram realizadas duas aplicações de fungicida sulfurado Kumulus® DF, na dosagem 0,5% até ponto de escorrimento, para controle de oídio (*Microsphaera diffusa*).

2.3. RESULTADOS

Não foi encontrada resistência a *P. brachyurus* nos tratamentos testados. A cultivar de milho BRS 1501 apresentou menor capacidade de hospedar o nematoide do que os demais tratamentos, contudo o $R > 1$ indica suscetibilidade. Os cultivares de sorgo não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey. Os híbridos de sorgo se mostraram excelentes em multiplicar o nematoide, apresentando $R > 25$ nos cinco cultivares testados (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de Fator de reprodução de *P. brachyurus* para cultivares de milho e sorgo.

Tratamento	Fator de Reprodução
Milho BRS 1501	2,67 a
Sorgo NS L60	25,56 ab
Sorgo NS K2562	26,28 ab
Sorgo NS K1009	28,77 b
Sorgo NS D61	31,34 b
Sorgo BRS 716	39,01 b
CV (%)	43,71

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%

Os valores agrônômicos mensurados apresentaram efeito depreciativo nas plantas de soja conforme o aumento da população de *P. brachyurus* na parcela pelo tratamento. Os vasos já infestados com população maior apresentaram menores valores para as variáveis. Nas avaliações em soja houve diferença estatística a 5% em todas as variáveis (Tabela 3).

Valores de massa fresca de raiz (MFR) apresentaram menor diferença nas médias entre os tratamentos. A cultivar de milho BRS 1501 apesar de notavelmente superior aos demais tratamentos não apresentou diferença dos tratamentos com $R > 32$ para MFR.

A variável Nem/gr apresentou as maiores diferenças em valores. O cultivar de sorgo BRS 716 apresentou diferença dos demais tratamentos.

Para produtividade houve diferença significativa entre os tratamentos. Contudo o sorgo BRS 716, com valor diferente e maior em Nem/gr em comparação ao milho não apresentou diferença dos demais tratamentos com sorgo.

Milho BRS 1501 apresentou os valores mais altos nas variáveis, de produção e os menores para população final (PF) e Nem/gr.

Tabela 3. Características agronomicas para as plantas de soja em sucessão com cultivares de sorgo e milho. Massa fresca de raiz (MFR), População final do nematoide em raiz (PF), Nematoide por grama de raiz (Nem/gr) e Produção(g).

Tratamento	MFR (g)	PF*	Nem/gr*	Produção*
Milho BRS 1501	4,556 a	787 b	182,90 b	7,80 a
Sorgo NS L60	3,408 ab	653 b	217,60 b	5,92 ab
Sorgo NS K2562	3,190 ab	1288 ab	521,20 b	5,87 ab
Sorgo NS K1009	3,082 ab	1252 ab	405,29 b	5,26 b
Sorgo NS D61	2,688 ab	1412 a	453,68 b	5,16 b
Sorgo BRS 716	2,366 b	3600 a	1496,88 a	5,11 b
CV (%)	9,29	38,06	39,93	10,30

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%

* Dados transformados para $\sqrt[3]{x}$ na análise estatística.

2.4. DISCUSSÕES

O sistema de cultivo no Brasil utiliza muitas vezes, como sucessão com soja, gramíneas destinadas à produção de grãos, forragem, biomassa ou somente para formação de palhada. Infelizmente muitas vezes estas culturas podem ser prejudiciais à cultura da soja, pois algumas são excelentes multiplicadoras de nematoides. Acrescentando potencial de perdas na cultura seguinte por manter e aumentar a população do patógeno na área (Inomoto *et al*, 2010).

As cultivares de milho, por outro lado, possuem uma diferença muito grande entre si. A avaliação de milhos é muito importante no Brasil, uma vez que é cultivado em largas áreas de cultivos anuais. Milho cv ADR 300 multiplica pouco o nematoide das lesões, classificado como mau hospedeiro, e é recomendado em sistema de rotação com a soja (Inomoto *et al*, 2010). Em estudo com três cultivares

ADR 500, ADR 7010, e BN2 Ribeiro *et al.* (2007) encontraram nas duas ultimas $R < 1$, capazes de reduzir a população, mas para o primeiro cultivar o $R > 1,8$ indica a capacidade do nematoide em quase dobrar sua população durante o ciclo do milho. FR 2,02 e 4,43 foram encontrados por Inomoto, *et al.* (2010) e Machado *et al.* (2007) respectivamente, para o cultivar BRS 1501 o que se assemelha aos resultados aqui encontrado. A diferença pode ser explicada pelo isolado utilizado, Pb₂₀, Pb₂₄ e Pb₂₃ respectivamente, contudo nos três casos a cultivar não se comporta como resistente e a rotação em áreas infestadas não é recomendado.

Os híbridos de sorgo são os mais estudados em relação a *P. brachyurus*, devido a variabilidade genética dentro da espécie *S. bicolor*, possibilitando diferentes fins como sorgo forrageiro e granífero. Os híbridos testados neste ensaio são todos classificados como biomassa. Não foram encontrados híbridos de sorgo resistentes a *P. brachyurus* e a escolha para a cultura em áreas infestadas deve ser evitada

Sistemas gramíneas-soja são amplamente utilizados no Brasil, especialmente no Cerrado, área de maior frequência de *P. brachyurus*. Perdas devido a esta combinação são frequentes em soja (Lima *et al.*, 2006). Os estudos entre perdas e população do nematoide no Estado do Mato Grosso indicam alta correlação negativa entre a população de nematoide e perdas de produtividade de soja. A estimativa de 21% na redução na produtividade para cada 82 nematoide por grama de raiz de soja (Franchini *et al.*, 2008).

Comparando os resultados da Tabela 3 nota-se a variação da população de cada tratamento para a introdução da soja. É possível visualizar as perdas conforme o acréscimo da população inicial. A redução da produção entre os tratamentos milho BRS 1501 e sorgo BRS 716 foi de 34%. Esta população inicial é fundamental para estimar as perdas na produtividade.

As variáveis agronômicas analisadas massa fresca de raiz (MFR) e Produção concordam com a estimativa de perdas baseada na população inicial. A produtividade foi significativamente prejudicada pelo FR na cultura anterior. A variação de MFR expõe a redução provocada pela população do nematoide, aplicados a População Final.

Nenhum dos tratamentos avaliados foi eficiente no controle de *P. brachyurus*. O menor fator de reprodução encontrado foi em milho BRS 1501, o qual se mostrou suscetível. Em sistemas de rotação a população inicial a cultura da soja foi

indicativo de perdas. Populações mais elevadas do nematoide resultaram na maior redução de produção soja.

Nenhum dos tratamentos avaliados é recomendado para solos infestados por multiplicar o nematoide.

2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comprovou-se que ao sorgo não deve ser utilizado em sistemas combinando soja e o nematoide *pratylenchus brachyurus*.

REFERÊNCIAS

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2017. Observatório Agrícola: ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA. Monitoramento agrícola – Safra 2016/17. V.4 N.2: 92-99.

Dias-Arieira, C. R., Ferraz, S., & Ribeiro, R. C. F. (2009). Reação de gramíneas forrageiras a *Pratylenchus brachyurus*. *Nematologia Brasileira*, 33, 90-93.

Dias, W. P.; Asmus, G. L.; Silva, J. F. V.; Garcia, A.; Carneiro, G. E. S. (2010) Nematoides. In: Almeida, A. M. R.; Seixas, C. D. S. (Ed.) Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura. Embrapa Soja: Londrina, 2010. p. 173-206. In: Almeida, A. M. R. A. (2010). Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura. *Embrapa Soja*.

Dias, W. P., Garcia, A., Silva, J. F. V., & Carneiro, G. D. S. (2010). Nematóides em soja: identificação e controle. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E).

Endo, B. Y. (1959). Response of root lesion nematodes, *Pratylenchus brachyurus* and *P. zeae* to various plants and soil types. *Phytopathology*, 49, 417-421.

Franchini, J. C., Saraiva, O. F., Debiasi, H., & Gonçalves, S. L. (2008). Contribuição de sistemas de manejo do solo para a produção sustentável da soja. *Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)*.

Franchini, J. C., Debiasi, H., Dias, W. P., Ramos Junior, E. U., & Silva, J. F. V. (2014). Perda de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares na região médio norte do Mato Grosso. *Embrapa Soja-Capítulo em livro científico (ALICE)*.

Galbieri, R., Silva, J. F. V., Asmus, G., Vaz, C. M., Lamas, F. M., Crestana, S., & Rodrigues, S. M. (2014). Áreas de produção de algodão em Mato Grosso: nematoides, murcha de fusarium, sistemas de cultivo, fertilidade e física de solo. *Embrapa Agrossilvipastoril-Circular Técnica (INFOTECA-E)*. Freitas, M. D. C. M. D. (2011). A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. *Enciclopédia Biosfera*, 7(12).

Mainardi, J. T., & Asmus, G. L. (2015). Danos e potencial reprodutivo de *Pratylenchus brachyurus* em cinco espécies vegetais. *Revista De Agricultura Neotropical*, 2(4), 38-47.

Johnson, A. W. (1985). Specific crop rotation practices combined with cultural practices and nematocides. An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol. I. *Biology and Control*, 283-301.

Inomoto, M. M., Cabralmotta, L. C., Beluti, D. B., & Zamboni Machado, A. C. (2006). Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. *Nematologia Brasileira*, 30(1), 39-44.

Inomoto, M. M. (2008). Importância e manejo de *Pratylenchus brachyurus*. *Revista Plantio Direto*, 108, 4-9.

Inomoto, M. M., Asmus, G. L. (2010) Host Status of Graminaceous Cover Crops for *Pratylenchus brachyurus*. *Plant Disease*, 94(8), 1022–1025. doi: 10.1094/PDIS-94-8-1022.

Inomoto, M. M. (2011). Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. *Tropical Plant Pathology* 36, 308-312

Lehman, P. S., Antônio, H., Barker, K. R. (1977). Ocorrência de nematoides em soja nos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. *Sociedade Brasileira Nematologia*, 2, 29-32.

Lima, F. S. D. O., Dourado, D. P., Lima, M. P. M., Silva Filho, J. E. M. D., Lazari, T. M. D., & Muraishi, C. T. (2012). *Pratylenchus brachyurus* em sistemas de cultivo de soja no Tocantins e seu comportamento em culturas de safrinhas. In VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação.

Machado, A. C., Motta, L. C., de Siqueira, K. M., Ferraz, L. C., Inomoto, M. M. (2007). Host status of green manures for two isolates of *Pratylenchus brachyurus* in Brazil. *Nematology*, 9(6), 799-805.

Mendes, F., Antonio, S., Debiasi, H., Franchini, J., Dias, W., Ramos Junior, E. U., & Silva, J. (2012). Manejo cultural do nematoide das lesões radiculares durante a entressafra da soja no Mato Grosso. In *Embrapa Soja-Resumo em anais de congresso (ALICE)*. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 7., 2012, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2012. p. 49-55.(Embrapa Soja. Documentos, 333). Editado por Paula Gerón Saiz de Mello. Disponível em:< <http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc-333.pdf>>..

R: The R Project for Statistical Computing (2017). A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, *R Foundation for Statistical Computing*. Available online at <http://www.R-project.org/>.

Ribeiro, N. R., Dias, W. P., Homechin, M., Silva, J. F. V., & Francisco, A. (2007). Avaliação da reação de espécies vegetais ao nematoide das lesões radiculares. *Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil*, 29, 64.

Sharma, R. D., & de Souza Medeiros, A. C. (1982). Reações de alguns genótipos de sorgo sacarino aos nematóides, *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17(5), 697-701.

Sikora, R. A., N. Greco, and J. F. V. Silva. (2005). Nematode parasites of food legumes. 259-318 in M. Luc, R. A. Sikora, and J. Bridge, eds. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. Wallingford: CAB International.