

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

**Sorgo, caupi e girassol no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja**

**Bruno Scentinela Jacintho Paes**

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

**Piracicaba  
2024**

**Bruno Scentinela Jacintho Paes**  
**Bacharel em Engenharia Agrônômica**

**Sorgo, caupi e girassol no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja**

versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:  
Prof. Dr. **MÁRIO MASSAYUKI INOMOTO**

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

**Piracicaba**  
**2024**

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

Paes, Bruno Scentinela Jacintho

Sorgo, caupi e girassol no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja / Bruno Scentinela Jacintho Paes. - - versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba. 2024.

36 p.

Dissertação (Mestrado) USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

1. Controle cultural 2. Sucessão de culturas 3. *Glycine max* 4. Nematóides das-  
lesões I Título

A minha família e amigos

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais, por me apoiarem em todos os momentos e estarem sempre presentes.

Ao meu orientador, Mário Inomoto pela oportunidade a mim confiada desde a época de estagiário. Minha gratidão por cada ensinamento, pela amizade e pelo auxílio em toda essa trajetória. Hoje sei o que almejo profissionalmente e me norteio no senhor. Espero que continue sendo inspiração para mais pessoas.

Aos amigos que criei nessa instituição e aos que compartilharam os dias de laboratório, obrigado! Em especial: Aline, Gabriela, Junior, Miquéias, Diego, Eduarda, Pedro, Rosana, Sônia e Joaquim.

Ao meu orientador de Graduação, Argus Cezar da Rocha Neto, pelos ensinamentos básicos que foram sem dúvida meu alicerce, com o senhor aprendi a gostar de pesquisa científica.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

"Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo"

(Paulo Freire, 1979)

## SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	9
Referências.....	10
2 REAÇÃO DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE SORGO AO NEMATOIDE-DAS- LESÕES.....	13
Resumo.....	13
Abstract.....	13
2.1. Introdução.....	13
2.2. Material e Métodos.....	15
2.2.1. Isolado do nematoide ( <i>Pratylenchus brachyurus</i> ).....	15
2.2.2. Material vegetal.....	16
2.2.3. Condução de experimentos.....	16
2.2.4. Desenho experimental.....	17
2.3. Resultados.....	17
2.4. Discussão.....	18
2.5. Conclusões.....	19
Referências.....	20
3 FEIJÃO-CAUPI, SORGO FORRAGEIRO ‘BRS PONTA NEGRA’ E GIRASSOL PARA O MANEJO DE <i>Pratylenchus brachyurus</i> EM SOJA.....	23
Resumo.....	23
Abstract.....	23
3.1. Introdução.....	23
3.2. Material e Métodos.....	25
3.2.1. Isolado do nematoide ( <i>Pratylenchus brachyurus</i> ).....	25
3.2.2. Material vegetal.....	26
3.2.3. Experimento – sucessão de culturas para o controle do nematoide-das-lesões em soja.....	26
3.2.4. Desenho experimental.....	27
3.3. Resultados.....	27
3.4. Discussão.....	31
3.5. Conclusões.....	34
Referências.....	35

## RESUMO

### Sorgo, caupi e girassol no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja

O uso estratégico de plantas de cobertura tem se destacado como uma abordagem fundamental no manejo de *Pratylenchus brachyurus*, um nematoide que afeta significativamente a produtividade da soja. As plantas de cobertura desempenham um papel crucial na supressão desse fitonematoide, agindo como não hospedeiras ou não suscetíveis, e até mesmo liberando compostos que inibem seu desenvolvimento. Além disso, essas plantas de cobertura contribuem para melhorar a estrutura do solo, promover a biodiversidade microbiana benéfica e aumentar a disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas hospedeiras subsequentes, como a soja. O emprego estratégico dessa prática não apenas mitiga os danos causados pelo nematoide, mas também promove a sustentabilidade agrícola ao longo do tempo, contribuindo para sistemas de produção mais resilientes e equilibrados. O objetivo do trabalho foi avaliar a reação de diferentes espécies vegetais infestadas por *P. brachyurus* e testar o efeito em sucessão com soja. Para isso, o trabalho conta com dois capítulos. No primeiro capítulo foi explorado a reação de genótipos de sorgo a *P. brachyurus* 77 dias após a inoculação e 118, respectivamente. Já no segundo capítulo, o intuito foi observar a reação de diferentes plantas de cobertura infestadas com *P. brachyurus* e posteriormente testar o efeito sobre a soja cultivada em sucessão 114 dias após a semeadura e 123, respectivamente. Todos os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e os resultados tiveram suas médias comparadas por meio do teste de Tukey ( $\alpha=5\%$ ). Vista disso, os resultados do primeiro capítulo indicaram que todos os genótipos de sorgo se mostraram suscetíveis a *P. brachyurus*, inclusive ‘BRS Ponta Negra’. A complementar, os milhetos testados tiveram uma multiplicação inferior quando comparado com sorgo ‘PR401’, com destaque para o milheto ‘BRS 1501’. Os resultados do segundo capítulo evidenciaram que feijão-caupi e sorgo são suscetíveis ao nematoide, em contrapartida girassol, milheto e crotalária não. Apesar disso, somente as sojas que sucederam *Crotalaria spectabilis* se diferenciaram estatisticamente, com baixa densidade populacional de *P. brachyurus* além de apresentar o tratamento com maior massa de grãos. Portanto, em campos infestados pelo nematoide, a utilização de crotalária em sucessão é uma alternativa segura de manejo.

Palavras-chave: Plantas de cobertura, Sorgo ‘BRS Ponta Negra’, *Helianthus annuus*, *Vigna unguiculata*, Nematoide-das-lesões



## ABSTRACT

### **Sorghum, cowpea and sunflower in the management of *Pratylenchus brachyurus* in soybeans**

The strategic use of cover crops has been highlighted as a key approach in the management of *Pratylenchus brachyurus*, a nematode that significantly affects soybean productivity. Cover crops perform a crucial role in suppressing these phytonematodes, acting as non-susceptible hosts or releasing compounds that inhibit its development. In addition, these cover plants help to improve soil structure, promote beneficial microbial biodiversity and increase the availability of essential nutrients for subsequent host plants, such as soybeans. The strategic use of these sustainable practices not only mitigates the damage caused by the nematode, but also promotes agricultural sustainability over time, contributing to more resilient and balanced production systems. The aim of this research was to assess the reaction of different plant species infested by *P. brachyurus* and to test the effect on succession with soybeans. To this purpose, the work consists of two chapters. The first chapter explored the reaction of sorghum cultivars to *P. brachyurus* 77 and 118 days after inoculation, respectively. In the second chapter, the aim was to observe the reaction of different cover crops infested with *P. brachyurus* and then the performance of soybeans after succession 114 days after sowing and 123, respectively. All the experiments were conducted in a greenhouse and the results were compared using the Tukey test ( $\alpha=5\%$ ). The results of the first chapter indicated that all the sorghum proved to be susceptible to *P. brachyurus*, including 'BRS Ponta Negra'. In addition, the millets tested had a lower multiplication rate when compared to sorghum 'PR401', with the millet 'BRS 1501' being the highlight. The results of the second chapter showed that cowpea and sorghum are susceptible to this nematode, while sunflower, millet and showy rattlebox do not have the same characteristics. Notwithstanding, only soybeans that was succeeded by showy rattlebox stood out with a low population density and the treatment with the highest grain mass, while soybeans succeeded by sorghum, cowpea and sunflower did not have the same performance. Therefore, in fields infested by the nematode, the use of showy rattlebox can be a safe management alternative.

Keywords: Cover crops, Sorghum 'BRS Ponta Negra', *Helianthus annuus*, *Vigna unguiculata*, Lesion nematode

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura sustentável exige abordagens inovadoras para o manejo de pragas, em que os fitonematoides representam um desafio para os agricultores. Esses microrganismos, que muitas vezes passam despercebidos, podem causar danos substanciais às culturas, comprometendo o rendimento e a qualidade dos produtos agrícolas. Uma estratégia de manejo indispensável para controlar fitonematoides de maneira eficaz é a prática da rotação de culturas (MOHLER & JOHNSON, 2009; FERRAZ & BROWN, 2010).

A sucessão e a rotação de culturas são práticas agrícolas fundamentais que visam otimizar o uso do solo, promover a saúde das plantas e prevenir problemas associados ao monocultivo. A sucessão de culturas refere-se à prática de alternar diferentes tipos de culturas em uma mesma área ao longo de um ano agrícola, geralmente de uma estação para outra. Essa abordagem visa diversificar as espécies cultivadas, reduzir a pressão de pragas e doenças específicas e melhorar a estrutura do solo. Por outro lado, a rotação de culturas envolve a alteração mais sistemática e longeva da posição das culturas em uma sequência específica em diferentes parcelas de terra durante períodos superiores a um ano agrícola. Ambas as práticas desempenham um papel crucial na promoção da sustentabilidade e na preservação da produtividade a longo prazo nos sistemas agrícolas (MAGDOFF & VAN ES, 2000).

A prática de sucessão de culturas oferece diversos benefícios, especialmente na eficácia no manejo de fitonematoides. Os nematoides são organismos específicos de hospedeiros, o que significa que sua sobrevivência e reprodução estão intimamente ligadas à presença de certas plantas, de modo que ao introduzir uma variedade de culturas, o ciclo de vida dos nematoides é interrompido, reduzindo sua população de maneira natural (MAGDOFF & VAN ES, 2000; FERRAZ & BROWN, 2010).

Dentre os fitonematoides, *Pratylenchus brachyurus*, um nematoide fitoparasita de importância econômica significativa, é conhecido por sua ampla gama de hospedeiros e sua capacidade de causar danos severos às culturas agrícolas em todo o mundo. Este nematoide é particularmente preocupante devido à sua habilidade de se alimentar de raízes de plantas, comprometendo assim a absorção de nutrientes e água, resultando em perdas substanciais na produção de culturas. Fato este, destaca a importância da monitorização e do manejo integrado, como sucessão e rotação de culturas, para controlar a disseminação e os danos causados por *P. brachyurus* em sistemas agrícolas (SIKORA & COYNE, 2018).

Ao planejar a sucessão de culturas para o controle de nematoides, é fundamental considerar a diversidade das espécies vegetais envolvidas. Optar por culturas que não são hospedeiras naturais dos nematoides presentes na região ajuda a quebrar o ciclo de vida

desses organismos. Além disso, a escolha cuidadosa das plantas pode estimular a atividade de microrganismos benéficos no solo, que competem com os nematoides por recursos e ajudam a controlar sua população (INOMOTO et al., 2006; INOMOTO & ASMUS, 2010).

A sucessão de culturas também contribui para a melhoria da estrutura do solo e do seu perfil nutricional. Algumas culturas têm a capacidade de extrair nutrientes específicos do solo, enquanto outras podem liberar exsudatos radiculares que promovem a atividade microbiana benéfica. Esses processos colaboram para criar um ambiente desfavorável para o desenvolvimento dos nematoides, reduzindo assim o impacto negativo sobre as safras subsequentes (CARVALHO et al., 2007; FERRAZ & BROWN, 2010; LOSS et al., 2020).

Além dos benefícios diretos para o controle de nematoides, a sucessão de culturas também pode resultar em sistemas agrícolas mais resilientes e sustentáveis. A diversificação das culturas reduz a dependência de insumos químicos e promove a biodiversidade, contribuindo para a saúde a longo prazo do ecossistema agrícola (CARVALHO et al., 2007; LOSS et al., 2020).

A adoção da sucessão de culturas na agricultura tem implicações significativas para a economia agrícola, especialmente quando comparada às práticas tradicionais de manejo químico. Enquanto o manejo químico muitas vezes envolve a aplicação regular de pesticidas nematicidas, que podem ser dispendiosos e têm potenciais efeitos negativos na saúde humana e ambiental, a sucessão de culturas oferece uma abordagem mais sustentável e econômica. Ao diversificar as plantações, os agricultores podem reduzir a dependência de insumos químicos, diminuindo os custos associados à compra e aplicação desses produtos. Além disso, a prática da sucessão de culturas promove a saúde do solo e estimula a atividade de organismos benéficos, criando um ambiente naturalmente desfavorável para nematoides. Essa abordagem biológica não apenas reduz os custos com insumos químicos, mas também contribui para a conservação da biodiversidade e a promoção da sustentabilidade a longo prazo, elementos que são cada vez mais valorizados pelos consumidores e pela sociedade em geral. Portanto, a economia da sucessão de culturas se destaca não apenas por seu potencial para reduzir custos diretos, mas também por alinhar as práticas agrícolas com princípios ambientalmente responsáveis (MOHLER & JOHNSON, 2009; MAGDOFF & van ES, 2000).

## Referências

CARVALHO, M. A. C. de; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. de. Plantas de cobertura, sucessão de culturas e manejo do solo em feijoeiro. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 659–668, 2007.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. Nematologia de Plantas: Fundamentos e Importância. *Pratylenchus* - Cap. 8, Os Nematoides das Lesões Radiculares. pp. 238- 250. Manaus: **Norma Editora**, 2016.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. **Plant Disease**, v. 94, n. 8, p. 1022-1025. 2010.

INOMOTO, M. M.; MOTTA, L. C. C.; MACHADO, A. C. Z.; SAZAKI, C.S. H. Reação de dez coberturas vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 151-157. 2006.

LOSS, A.; FERREIRA, L. B.; GONZATTO, R.; GIUMBELLI, L. D.; MAFRA, Álvaro L.; GOEDEL, A.; KURTZ, C. Efeito da sucessão ou rotação de culturas sobre a fertilidade do solo após sete anos de cultivo com cebola. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 16587–16606, 2020.

MAGDOFF, F.; VAN ES, H. Building Soils for Better Crops. Sustainable Agriculture Research and Education. **U.S. Department of Agriculture**, 241 p. 2000.

MOHLER, C. L.; JOHNSON, S. E. Crop Rotation on Organic: a planning manual. Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service. **Cooperative Extension**, 164 p. 2009.

SIKORA, R. A., & COYNE, D. L. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. **CABI**. 2018.



## 2. REAÇÃO DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE SORGO AO NEMATOIDE-DAS-LESÕES (*Pratylenchus brachyurus*).

### Resumo

Sorgo é uma espécie vegetal explorada com a finalidade de sucessão de culturas, tendo como um de seus intuitos, a diminuição de pragas e patógenos agrícolas. Sendo muito explorado em sucessão com dicotiledôneas, a exemplo de soja e algodão para o manejo de fitonematoides. Entretanto, o manejo do nematoide-das-lesões (*Pratylenchus brachyurus*) em sistema de sucessão de culturas é bastante problemático, pois trata-se de um patógeno polífago que é parasito de diversas espécies com interesse agrônômico, inclusive diferentes genótipos comerciais de sorgo. Pensando nisso, a presente pesquisa tem como objetivo explorar a reação de diferentes genótipos de sorgo a *P. brachyurus*. Para isso, dois ensaios foram realizados em casa de vegetação e avaliados 77 dias após a inoculação e 118, respectivamente. Sendo possível concluir que todos os sorgos testados se mostraram suscetíveis ao nematoide, não devendo ser recomendados em campos infestados, inclusive o sorgo 'BRS Ponta Negra', valendo ressaltar que este é difundido popularmente como resistente aos nematoides do gênero *Pratylenchus*, fato este que contradiz as pesquisas atuais.

**Palavras-chave:** Gramíneas de verão, *Sorghum bicolor*, Sorgo 'BRS Ponta Negra', Sucessão de culturas, *Pratylenchus brachyurus*

### Abstract

Sorghum is a plant species exploited for crop succession purposes, aiming at decreasing agricultural pests and pathogens. It is often used in succession with dicotyledonous crops, such as soybeans and cotton, for managing plant-parasitic nematodes. However, managing the lesion nematode (*Pratylenchus brachyurus*) in crop succession systems is quite problematic, as it is a polyphagous pathogen that parasitizes various species of agronomic interest, including different commercial genotypes of sorghum. With this in mind, the present research aims to explore the reaction of different sorghum genotypes to *P. brachyurus*. To achieve this, two trials were conducted in a greenhouse and evaluated 77 and 118 days after inoculation, respectively. It was possible to conclude that all tested sorghums showed susceptibility to the nematode, and they should not be recommended in infested fields, including the 'BRS Ponta Negra' sorghum. It is worth noting that this variety is popularly known as resistant to nematodes of the genus *Pratylenchus*, a fact that contradicts current research.

**Keywords:** Summer grasses, Crop succession, *Sorghum bicolor*, Sorghum 'BRS Ponta Negra', *Pratylenchus brachyurus*

### 2.1 Introdução

A prática da rotação e sucessão de culturas é uma estratégia agrícola eficaz que visa melhorar a produtividade e a saúde do solo, promovendo a diversificação de plantas cultivadas ao longo do tempo. Ao alternar diferentes culturas em uma sequência planejada, os agricultores podem reduzir a densidade populacional de pragas e patógenos. Estudos indicam que a rotação e sucessão de culturas podem resultar em diversos benefícios, como o aumento da biodiversidade microbiana do solo e a redução da necessidade de insumos químicos. Além

disso, a distribuição de culturas pode contribuir para a sustentabilidade no longo prazo dos sistemas agrícolas, proporcionando benefícios econômicos e ambientais (DRINKWATER et al., 1998; SMITH et al., 2015).

A adoção da sucessão de culturas surge como uma estratégia eficiente no controle de fitonematoides que podem causar danos significativos às culturas agrícolas. O uso da prática desfavorece o ciclo de vida dos nematoides diminuindo sua população no solo, com a interrupção de seus hospedeiros preferenciais (INOMOTO et al., 2006; INOMOTO & ASMUS, 2010). A abordagem da sucessão de culturas, aliada às práticas agrícolas integradas, oferece uma alternativa sustentável e eficaz para o manejo de fitonematoides. Dentre as espécies vegetais utilizadas para compor a técnica, o sorgo e o milho se destacam quando exploradas em sucessão com dicotiledôneas, a exemplo de soja e algodão (INOMOTO et al., 2006; MACHADO, 2006).

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) desempenha múltiplos papéis que contribuem para a eficiência e sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Apresentando uma adaptabilidade notável a diversas condições, de forma que seu uso é bastante explorado em sistema de rotação de culturas. Tratando-se de uma planta diferente de outras culturas que comumente compõem a sucessão e rotação, visto que, ajuda a quebrar ciclos de pragas e doenças de maneira a promover a saúde do solo e contribuir para a prevenção de problemas fitossanitários (BIESDORF et al., 2018).

Dentre os diferentes genótipos de sorgo disponíveis comercialmente, um vem ganhando destaque por ser intitulado como resistente ao nematoide-das-lesões, 'BRS Ponta Negra, sendo que no cenário agrícola atual, o referido genótipo tem sido amplamente recomendado e difundido por diversos meios de web-comunicação.

Assim como o sorgo, o milho (*Pennisetum glaucum* L.) é uma cultura agrícola multifuncional, oferecendo uma variedade de benefícios que o tornam uma escolha benéfica para contribuições à sustentabilidade na agricultura. Uma das características mais marcantes do milho é sua utilização em sistema de rotação de culturas, sendo uma opção a se optar por plantio de milho em anos pouco chuvosos, auxiliando na formação de palhada em solos pobres além de tolerância a condições de seca. Essas características fazem dele um aliado benéfico para a manutenção da qualidade fitossanitária agrícola, diminuindo a presença de pragas e doenças em monocultivos, contribuindo para a segurança alimentar (GUIMARÃES et al., 2013).

Entre os nematoides que acometem os campos produtivos, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1926) é amplamente distribuído nas áreas agricultáveis, sendo responsável por

causar reduções de crescimento nas plantas assim como diminuição da produtividade. Isto é decorrente de lesões radiculares bem características do gênero, oriundo do parasitismo interno ao tecido radicular somado ao fato de ser migrador, movendo-se na raiz e a lesionando. Somado a este fato, por causar lesões nos tecidos radiculares, as plantas são mais sujeitas ao ataque de fungos saprófitos e fitobactérias habitantes de solo (SIQUEIRA, 2007; FERRAZ & BROWN, 2016).

A maior problemática está relacionada ao fato de que *P. brachyurus* é um nematoide polífago de difícil controle pois apresenta uma ampla gama de hospedeiros. Fato esse, que reduz a eficiência do manejo cultural, principalmente quando empregada a sucessão ou rotação de culturas. Acrescido ao fato de que pesquisas anteriores sobre reprodução de *P. brachyurus* em sorgo e milho elucidam que milho pode ser explorado para o manejo de *P. brachyurus*, ao passo que o uso de sorgo não é recomendado (INOMOTO & ASMUS, 2010; SOUZA & INOMOTO, 2019).

Como já predito, no cenário agrícola atual, um cultivar de sorgo tem sido amplamente indicado para solos infestados por *P. brachyurus*, trata-se da cultivar ‘BRS Ponta Negra’. Esse genótipo tem sido destacado por diversos meios de web-comunicação como sendo uma alternativa segura ao manejo do nematoide-das-lesões. Fato este, desencadeia no objetivo do trabalho, que foi avaliar a multiplicação da densidade populacional do referido nematoide em diferentes genótipos de sorgo, sendo um deles o ‘BRS Ponta Negra’.

## 2.2 Materiais e Métodos

### 2.2.1 Isolado do nematoide (*Pratylenchus brachyurus*)

Para a condução dos ensaios foi utilizado um isolado de *Pratylenchus brachyurus* oriundo de plantas de algodão no município de Sapezal - MT e mantido em plantas de quiabo, milho e algodão em casa de vegetação no Laboratório de Nematologia ‘ESALQ’, locado na ‘Escola de Agricultura Luiz de Queiroz’ (22°42’14,4”; 47°38’00,7”) situada no município de Piracicaba - SP. Espécimes de nematoides foram extraídos periodicamente de raízes de quiabo e observados em microscópio óptico para confirmação da espécie, com base em características morfológicas e análises morfométricas. Adicionalmente, a identificação da espécie deste isolado foi confirmada utilizando técnica molecular conforme metodologia proposta por Machado et al. (2007).

O inóculo foi obtido por meio da metodologia adaptada proposta por Boneti & Ferraz, (1981). Para isso, foi realizado um processamento homogêneo de raízes infectadas com o auxílio de um liquidificador com solução de NaOCl 0,5%, que posteriormente a 60



segundos foi peneirada (60-200-500 “*mesh*”, correspondendo a 0,250- 0,074- 0,025 mm de abertura) resultando em uma suspensão aquosa contendo espécimes (ovos e formas móveis). Após o recolhimento da suspensão, foi quantificado o número de espécimes com auxílio de um microscópio de luz por meio de duas contagens de 1mL em lâmina de Peters.

### **2.2.2 Material vegetal**

Para a condução dos experimentos, foram utilizadas sementes de sorgo ‘BRS Ponta Negra’ cultivar tipo-forragem, sorgo ‘Formoso’ cultivar tipo-silagem, sorgo ‘PR 401’ híbrido tipo-granífero, sorgo ‘BRS 716’ cultivar tipo-forragem, sorgo ‘BRS 373’ híbrido tipo-granífero, sorgo ‘PR 40G34’ cultivar tipo-granífero, além de sementes de milho ‘ADR 300’ e ‘BRS 1501’.

### **2.2.3 Condução do experimento**

Para a condução deste trabalho, dois ensaios foram realizados com o objetivo de testar a reação de diferentes cultivares de sorgo a *P. brachyurus*.

Para a elaboração do primeiro ensaio, conduzido no verão, copos de 500 cm<sup>3</sup> foram preenchidos com 450 cm<sup>3</sup> de solo (83% areia; 15% argila; 2% silte) autoclavado (121°C/2h). Cada tratamento foi representado por um genótipo, sendo eles: sorgo ‘BRS Ponta Negra’; sorgo ‘Formoso’; sorgo ‘PR 401’; sorgo ‘BRS 373’ e sorgo ‘PR 40G34’. Cada tratamento foi composto de 6 parcelas, com exceção de sorgo ‘PR 401’ com 5 parcelas.

A inoculação no solo se fez 7 dias após a semeadura (DAS), por meio de dois furos de 2 cm de profundidade em sentido diagonal a raiz, sendo inoculados um total de 1.000 espécimes (ovos, juvenis e fêmeas) por repetição. As plantas foram mantidas em casa de vegetação e molhadas duas vezes ao dia nos períodos mais quentes até a data de avaliação, 77 dias após a inoculação (DAI).

O método de extração utilizado foi de liquidificador-peneiramento adaptado de Boneti & Ferraz (1981) e quantificado o número de espécimes com auxílio de um microscópio de luz por meio de duas contagens de 1mL em lâmina de Peters. A variável analisada foi o fator de multiplicação populacional {FR = População final (Pf) / População inicial (Pi)} de cada tratamento.

Posteriormente, um novo ensaio foi realizado, conduzido no outono e inverno, com substituição do sorgo ‘PR 40G34’ pelo ‘BRS 716’ além do acréscimo de dois milhetos, sendo eles o ‘ADR 300’ e ‘BRS 1501’. Cada tratamento foi representado com 6 parcelas com exceção do sorgo ‘BRS 373’ que possuía 4 parcelas.

A inoculação do solo foi realizada 7 DAS, na ocasião foram inoculados 500 espécimes de maneira similar a anterior, sendo que o experimento foi mantido em casa de vegetação com molhamento regulado similar ao anterior, até a data de avaliação 118 DAI. O método de extração dos nematoides nas raízes também foi de liquidificador-peneiramento adaptado de Boneti & Ferraz (1981) sendo o fator de multiplicação populacional a variável observada.

#### **2.2.4 Desenho experimental**

Ambos os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. Para as estatísticas, foi utilizado o pacote R (*R Core Team*) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

### **2.3 Resultados**

Todos os sorgos testados aumentaram a densidade populacional de *P. brachyurus*. No ensaio 1, somente ‘BRS Ponta Negra’ foi aquele que resultou em menor densidade populacional (FR= 3,34) e sorgo ‘PR 401’ foi o de maior multiplicação populacional (FR= 9,31). Todos os demais cultivares e híbridos testados não diferiram entre si.

No primeiro ensaio, sorgo ‘PR 401’ obteve maior média para variável FR (9,31) mas não se diferiu estatisticamente de sorgo ‘BRS 373’ (FR= 8,49), sorgo ‘PR 40G34’ (FR= 7,17) e sorgo ‘Formoso’ (FR= 6,35). Entretanto sorgo ‘BRS Ponta Negra’ obteve um valor médio para variável FR de 3,34, se diferindo estatisticamente de todos os demais sorgos com exceção do sorgo ‘Formoso’. De modo que todos os sorgos testados mostraram valor para FR que comprovam alta multiplicação populacional, tendo em vista que o menor valor, foi obtido por ‘BRS Ponta Negra’ que multiplicou em mais de três vezes a densidade populacional do nematoide-das-lesões.

Para o segundo ensaio, sorgo ‘PR 401’ também foi o que obteve maior média para variável FR (8,05), e se diferiu estatisticamente de ambos os milhetos, ‘ADR 300’ (FR= 2,59) e ‘BRS 1501’ (FR= 1,65). Todavia, como resultado do segundo ensaio, nenhum dos sorgos se diferiram entre si, ‘PR 401’ (FR= 8,05), ‘Ponta Negra’ (FR= 5,24), ‘BRS 373’ (FR= 5,07), ‘Formoso’ (FR= 4,81) e ‘BRS 716’ (FR= 4,52). Entretanto, diferentemente do ocorrido no primeiro ensaio, a densidade populacional em ‘BRS Ponta Negra’ foi maior, apresentando a segunda maior média para a variável dentre os tratamentos, não se diferindo estatisticamente dos demais sorgos.

**Tabela 1.** Multiplicação populacional de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes cultivares e híbridos de sorgo e milho 77 DAI para o ensaio 1 e 118 DAI para o ensaio 2.

Ensaio 1 (Pi = 1.000 espécimes)		Ensaio 2 (Pi = 500 espécimes)	
Tratamentos	FR	Tratamentos	FR
Sorgo ‘PR 401’	9,31 a	Sorgo ‘PR 401’	8,05 a
Sorgo ‘BRS 373’	8,49 a	Sorgo ‘BRS Ponta Negra’	5,24 ab
Sorgo ‘PR 40G34’	7,17 a	Sorgo ‘BRS 373’	5,07 ab
Sorgo ‘Formoso’	6,35 ab	Sorgo ‘Formoso’	4,81 ab
Sorgo ‘BRS Ponta Negra’	3,34 b	Sorgo ‘BRS 716’	4,52 ab
		Milho ‘ADR 300’	2,59 b
		Milho ‘BRS 1501’	1,65 b

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si de acordo com Teste de Tukey 5%. Os dados foram transformados antes das análises estatísticas usando o logaritmo do valor de  $(x + 1)$ . Pi = População inoculada.

## 2.4 Discussão

Inomoto et al. (2006) em seus estudos, avaliaram o fator de multiplicação do nematoide-das-lesões em dois cultivares de sorgo ‘IPA 7301011’ tipo-silagem e ‘BRS 800’ tipo-forragem 52, 59 e 67 dias após a inoculação e observaram valores para FR de 5,43; 3,68; 5,55 e 3,34, respectivamente. Mais recentemente, Silva et al. 2019 testaram diferentes genótipos de sorgo e observaram resultados semelhantes, onde os valores de FR variaram de 1,01 a 4,56. Outro ensaio foi conduzido por Silva et al. 2019, em que identificaram valores de FR entre 18 e 52. Também em 2019, Souza & Inomoto testaram cinco híbridos de sorgo granífero e encontraram resultados que confirmam o aumento da densidade populacional de *P. brachyurus*. Furtado (2018) ao testar diferentes cultivares de sorgo também encontrou valores altos (‘BRS 716’ com FR= 39,01).

Portanto, é conhecido por meio de diversas literaturas que o sorgo é uma planta que aumenta a densidade de *P. brachyurus*, de modo que o seu cultivo em sistema de sucessão de culturas é bastante arriscado no quesito fitossanitário, uma vez que diversas são as suas plantas hospedeiras, além de que muitas destas apresentam grande interesse econômico, a exemplo de soja, algodão e milho.

Em objeção a este fato, diversos meios de web-comunicação divulgam que o sorgo ‘BRS Ponta Negra’ é uma excelente alternativa como segunda safra pois apresenta resistência a nematoides, principalmente do gênero *Pratylenchus*. Porém, os resultados encontrados no presente trabalho divergem dessa informação, pois houve aumento significativo da densidade populacional do nematoide em ambos os experimentos. Portanto, seu plantio em áreas

infestadas não é uma boa opção, pois diferentemente da propaganda que lhe é vinculada, é um hospedeiro que multiplica a densidade populacional de *P. brachyurus*.

Por outro lado, a multiplicação do nematoide nos milhetos ‘ADR 300’ e ‘BRS 1501’ mostraram-se dentro das expectativas, pois apresentaram valores para FR inferiores ao do sorgo ‘PR 401’ (R= 2,59 e 1,65). De fato, já foi descrito anteriormente por Inomoto et al. (2006) que o milho é uma planta que tende a manter a densidade populacional em equilíbrio, não favorecendo ao aumento populacional do nematoide, de modo que apresenta valor prático para o manejo cultural em solos infestados por *P. brachyurus*, tendo em vista que não é um hospedeiro tão favorável para a multiplicação do nematoide em questão.

De maneira complementar, Inomoto & Asmus (2010) testaram dois cultivares ‘BRS 1501’ e ‘ADR 300’ e observaram valores para FR de 2,2 e 0,7 em um primeiro ensaio, não havendo diferença entre os milhetos, posteriormente um segundo ensaio foi conduzido e neste houve diferença entre os cultivares, sendo que ‘BRS 1501’ obteve valor FR de 5,0 e ‘ADR 300’ com 1,6. Este fato é comum entre diferentes literaturas, confirmando que milho apresenta um desempenho variado, Furtado (2018) realizou testes com a cultivar ‘BRS 1501’ e na ocasião este dobrou a população inoculada, obtendo um valor para variável FR de 2,67.

Embora seja uma alternativa usada, com base em pesquisas anteriores e nos resultados obtidos no presente manuscrito, comprovou-se que o uso de milho não reduz a densidade de *P. brachyurus*. Além do fato de que a multiplicação populacional nos milhetos testados não diferiu estatisticamente de alguns genótipos.

Ademais, é conclusivo que o milho pode ser explorado como alternativa para manejar o nematoide-das-lesões e evitar o aumento populacional a níveis prejudiciais. Por fim, a utilização de sorgo como segunda safra deve ser evitado em áreas infestadas por *P. brachyurus*. Em especial, o sorgo ‘BRS Ponta Negra’, cujo qual não é uma alternativa segura ao contrário da propaganda que lhe é vinculado.

## 2.5 Conclusões

1. O uso de sorgo com a finalidade de manejar *P. brachyurus* em campos infestados deve ser evitado, tendo em vista que todos os genótipos testados no presente trabalho mostraram aumentar a densidade populacional do nematoide, inclusive ‘BRS Ponta Negra’.

2. Milheto é uma espécie vegetal que pode ser explorada com a finalidade de evitar o aumento da densidade populacional de *P. brachyurus* em campos infestados, entretanto não dispensa a utilização integrada de controle químico e biológico.

## Referências

- BIESDORF, E. M.; PIMENTEL, L. D.; TEIXEIRA, T. P. M.; TEIXEIRA, M. F. F.; OLIVEIRA, A. B. de. Efeito inibitório do sorgo granífero na cultura da soja semeada em sucessão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.17, n.3, p. 445-459, 2018.
- BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília – DF, v. 6, n. 553, 1981.
- DRINKWATER, L.; WAGONER, P.; SARRANTONIO, M. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. **Nature** 396, 262–265 (1998).
- FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. Nematologia de Plantas: Fundamentos e Importância. *Pratylenchus* - Cap. 8, Os Nematoides das Lesões Radiculares. pp. 238- 250. Manaus: **Norma Editora**, 2016.
- FURTADO, R. C. N. Uso de plantas de cobertura para controle de *Pratylenchus brachyurus* em sucessão com soja. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 38p. 2018
- GUIMARÃES, C. V.; ASSIS, R. L. de; SIMON, G. A.; PIRES, F. R.; FERREIRA, R. L.; SANTOS, D. C. dos. Desempenho de cultivares e híbridos de milheto em solo submetido a compactação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1188–1194. 2013.
- INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. **Plant Disease**, v. 94, n. 8, p. 1022-1025. 2010.
- INOMOTO, M. M.; MOTTA, L. C. C.; MACHADO, A. C. Z.; SAZAKI, C.S. H. Reação de dez coberturas vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 151-157. 2006.
- MACHADO, A. C. Z. *Pratylenchus brachyurus* x Algodoeiro: Patogenicidade, Métodos de Controle e Caracterização Molecular de Populações. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, 133 p. 2006.
- SILVA, D. D. da; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; MENEZES, C. B. de. Reação de sorgo granífero ao nematoide *Pratylenchus brachyurus*. **Embrapa Milho e Sorgo: Circular Técnica** 254. 2019.
- SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas na produtividade de milho, soja e trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 240–244. 2003.

SIQUEIRA, K. M. S. de. Importância de *Pratylenchus brachyurus* na cultura do caupi e estudos morfológicos e morfométricos sobre populações de *P.brachyurus* do Brasil. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 107 p. 2007.

SOUZA, V. H. M.; INOMOTO, M. M. Host suitability of grain sorghum and sudangrass for *Pratylenchus brachyurus*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, p. 1-4, 2019.



### 3. FEIJÃO-CAUPI, SORGO FORRAGEIRO ‘BRS PONTA NEGRA’ E GIRASSOL PARA O MANEJO DE *Pratylenchus brachyurus* EM SOJA

#### Resumo

A soja é a cultura anual mais cultivada no Brasil, de forma que se destaca no agronegócio, como a principal “commodity” responsável por movimentar o mercado agrícola, de modo que prejuízos envolvendo a fitossanidade das lavouras merecem atenção no campo. À vista disso, os fitonematoides vem ganhando destaque dentre os patógenos que diminuem a produtividade, entre os quais, o nematoide-das-lesões (*Pratylenchus brachyurus*) é um dos principais inimigos para o produtor, pois é de difícil controle. O objetivo do trabalho foi avaliar a reação de *Vigna unguiculata*, *Helianthus annuus* e *Sorghum bicolor* como alternativas a *Crotalaria spectabilis* no manejo de *P. brachyurus*. Para isso, dois experimentos foram realizados: um deles testando a multiplicação do nematoide em diferentes espécies vegetais e o segundo visando uma simulação de sucessão de culturas com plantas de soja. Ambos os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação. Como decorrência foi possível identificar que crotalária, milho e girassol reduzem a densidade populacional do nematoide. Mas somente o uso de crotalária é seguro em sucessão com soja. Por fim, a utilização de sorgo e feijão-caupi devem ser evitados na presença de campos altamente infestados pelo nematoide.

**Palavras-chave:** Culturas de sucessão; *Vigna unguiculata*; *Helianthus annuus*; *Sorghum bicolor*; *Glycine max*; nematoide-das-lesões

#### Abstract

Soybean is the most cultivated annual crop in Brazil, standing out in agribusiness as the main commodity driving the agricultural market. Therefore, losses related to crop phytosanitary issues deserve attention in the field. In light of this, plant-parasitic nematodes have been gaining prominence among the pathogens that decrease productivity, among which the lesion nematode (*Pratylenchus brachyurus*) is one of the main adversaries for producers due to its challenging control. The objective of this study was to evaluate the reaction of *Vigna unguiculata*, *Helianthus annuus*, and *Sorghum bicolor* as alternatives to *Crotalaria spectabilis* in managing *P. brachyurus*. For this purpose, two experiments were conducted: one testing nematode multiplication in different plant species, and the second simulating crop succession with soybean plants. Both experiments were conducted in a greenhouse. As a result, it was possible to identify that showy rattlebox, millet, and sunflower reduce the nematode's population density. However, only the use of *Crotalaria spectabilis* is safe in succession with soybean. Finally, the use of sorghum and cowpea should be avoided in the presence of fields highly infested by the nematode.

**Keywords:** Crops succession; *Vigna unguiculata*; *Helianthus annuus*; *Sorghum bicolor*; *Glycine max*; Lesion nematodes

#### 3.1 Introdução

A soja (*Glycine max* L.) é o produto agrícola mais importante do cenário brasileiro, contribuindo com cifras altíssimas para economia nacional. A produção de soja no Brasil no ciclo 2023/24 está estimada em 162 milhões de toneladas, representando um aumento de 5,1%



em relação à safra anterior, com aproximadamente 45,3 milhões de hectares plantados, e um aumento de 2,2% na produtividade, atingindo mais de 3.500 quilos por hectare. (CONAB, 2023; FAO, 2023).

Diversos são os problemas enfrentados pelos sojicultores referentes à sanidade das lavouras, com destaque aos fitonematoides (GRIOGOLLI & ASMUS, 2014). Um dos principais é *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929), que é responsável por significativas perdas de produção, decorrente de lesões radiculares bem características do gênero (SIQUEIRA, 2007; FERRAZ & BROWN, 2016). O manejo deste nematoide passou a ser prioritário a partir de 2003 (SILVA; PEREIRA, 2003), com relevância crescente no decorrer dos anos, sendo que, no cenário atual é o principal nematoide da cultura da soja, ao lado do nematoide-do-cisto.

Esse nematoide apresenta alta polifagia, o que, em tese torna difícil seu controle por sucessão ou rotação de culturas. Acrescido ao fato de que altas densidades populacionais estão relacionadas com cultivo sucessivo de variedades suscetíveis de soja, além da utilização de culturas ditas como boas hospedeiras ao nematoide, tais como algodão e milho (DIAS et al., 2010).

Entretanto, existem algumas espécies vegetais que apresentam uma resistência natural a este patógeno, como *Crotalaria spectabilis*, que por ser um adubo verde, traz benefícios pelo aumento do nitrogênio no solo, além da ação nematicida. Outros adubos verdes também podem ser usados para reduzir populações do nematoide, uma vez que essas plantas multiplicam menos a densidade populacional de *P. brachyurus*, tais como diferentes cultivares de milheto (MACHADO, 2006; INOMOTO et al., 2005).

Porém, é rotineiro que produtores optem em utilizar culturas na entressafra com alta rentabilidade econômica. Dentre essas culturas, tem se destacado o uso de diferentes genótipos de sorgo, tanto forrageiro como granífero, em sucessão com soja. No entanto, o sorgo tem sido desaconselhado em sucessão com soja em áreas infestadas por *P. brachyurus* (INOMOTO & ASMUS, 2010; BIESDORF et al., 2018), com exceção da cultivar ‘BRS Ponta Negra’, visto que seu uso tem sido amplamente recomendado por diferentes meios de web-comunicação.

Outra cultura que tem sido bastante explorada no Cerrado brasileiro é o uso de feijão-caupi em sucessão com soja, pois este apresenta uma significativa expressão para o mercado regional, se mostrando em muitos casos como uma cultura de suporte alimentar (SIQUEIRA, 2007).

Assim como o feijão-caupi, a utilização de girassol em sucessão com soja tem sido explorada principalmente no Cerrado brasileiro, pois é uma oleaginosa de destaque e com apreço econômico (DAN et al., 2012). Entretanto o girassol é uma planta que em campos infestados por *P. brachyurus* tem seu potencial produtivo reduzido, além do fato de que o nematoide pode multiplicar sua densidade populacional durante o ciclo da cultura, podendo favorecer ainda mais a problemática (DIAS et al., 2014; INOMOTO et al., 2006).

A principal limitação para o uso de *C. spectabilis* é a necessidade de abrir mão da renda gerada pelo milho, pois esse adubo verde é semeado em sucessão à soja. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a multiplicação populacional de *P. brachyurus* em feijão-caupi, sorgo e girassol, simulando uma sucessão com soja em solo infestado com *P. brachyurus*, com o intuito de fornecer alternativas em campos de soja que sucedem milho.

### 3.2 Material e Métodos

Dois experimentos foram realizados em casa de vegetação. No primeiro testaram-se feijão-caupi ‘BRS Guariba’, girassol ‘IAC Uruguai’ e sorgo ‘BRS Ponta Negra’ em comparação com milho ‘MG 580’ (testemunha suscetível) a *P. brachyurus* e *C. spectabilis* (testemunha resistente); no segundo experimento testaram-se as mesmas plantas com acréscimo de milheto ‘ADR 300’.

#### 3.2.1 Isolado do nematoide (*Pratylenchus brachyurus*)

O isolado de *Pratylenchus brachyurus* foi obtido de plantas de algodão no município de Sapezal - MT e mantido em plantas de quiabo, milho e algodão em casa de vegetação no Laboratório de Nematologia ‘ESALQ’, locado na ‘Escola de Agricultura Luiz de Queiroz’ (22°42’14.4”; 47°38’00.7”) situada no município de Piracicaba - SP. Espécimes periodicamente são extraídos de raízes e observados em microscópio óptico para confirmação da espécie, baseando-se em características morfológicas e análises de morfometrias. Concomitantemente, a identificação da espécie desse isolado Pb23 foi também verificado utilizando técnicas moleculares propostas por Machado et al. (2007).

O inóculo foi obtido por meio da metodologia adaptada proposta por Boneti & Ferraz, (1981). Para isso, foi realizado um processamento homogêneo de raízes infectadas com o auxílio de um liquidificador com solução de NaOCl 0,5%, que posteriormente a 60 segundos foi peneirada (60-200-500 “mesh”, correspondendo a 0,250- 0,074- 0,025 mm abertura) tendo como resultado uma suspensão aquosa contendo espécimes (ovos, juvenis e

fêmeas) de *P. brachyurus*. A suspensão foi quantificada em número de espécimes com auxílio de um microscópio de luz por meio de duas contagens de 1mL em lâmina de Peters.

### 3.2.2 Material vegetal

Sementes de feijão-caupi 'BRS Guariba', sorgo 'BRS Ponta Negra', milho 'MG 580'; girassol 'IAC Uruguai', milheto 'ADR 300' e *Crotalaria spectabilis* foram semeadas em copos plásticos de 500 cm<sup>3</sup> com 450 cm<sup>3</sup> de solo (83% areia; 15% argila; 2% silte) autoclavado (121°C/2h). Em cada copo, apenas uma plântula foi mantida.

### 3.2.3 Experimento - sucessão de culturas para o controle do nematoide-das-lesões em soja

Para a elaboração do primeiro ensaio, conduzido no verão, somente o milheto 'ADR 300' não foi utilizado, sendo que cada espécie vegetal representou um tratamento, contendo 12 repetições cada.

Uma semana após a emergência das plântulas, inoculou-se uma suspensão aquosa contendo ovos e formas móveis (juvenis e fêmeas), por meio de dois orifícios no solo (2 cm profundidade) incorporando 1.700 espécimes do nematoide com ajuda de uma pipeta. As plantas foram mantidas em casa de vegetação com temperatura aferida (máx. 33,25°C; min. 15,2°C) e molhadas duas vezes ao dia nos períodos mais quentes até a data de avaliação da primeira etapa (96 dias após a inoculação - DAI). Na respectiva data, as plantas de feijão-caupi tinham 147 dias após a semeadura (DAS), sorgo 149 DAS, milho 143 DAS, girassol 157 DAS e crotalaria com 149 DAS.

Nesta primeira etapa, metade das parcelas de cada tratamento foram avaliadas com a finalidade de observar o fator de multiplicação populacional do nematoide  $\{FR = \text{População final (Pf)} / \text{População inicial (Pi)}\}$ , assim como a quantidade de nematoide por grama de raiz (Nema/g).

O método de extração utilizado foi de liquidificador-peneiramento adaptado de Boneti & Ferraz (1981) que constituiu em liquidificar as raízes em água de torneira e passar pelas respectivas peneiras (60-200-500 "mesh"), onde foi recolhido o material retido na peneira de 500 "mesh" e quantificado o número de espécimes com auxílio de um microscópio de luz por meio de duas contagens de 1mL em lâmina de Peters.

Após esta primeira avaliação, cortou-se a parte aérea das parcelas restantes de cada tratamento e foi realizado a semeadura de 3 sementes de soja 'BMX Potência' por cada copo plástico. As plantas foram mantidas sob mesma condição em casa de vegetação e avaliadas

114 DAS. Nesta segunda avaliação diferentes variáveis foram analisadas, massa fresca de raiz (MFR), população final na raiz (PFR), nematoide por grama de raiz (Nema/g), número de vagens por planta (NV), massa das vagens por planta (MV) e massa de grãos por planta (MG). Vale ressaltar que o método de extração de nematoides nas raízes utilizado foi o mesmo citado anteriormente.

O experimento foi repetido, com inclusão de milho ‘ADR 300’ como tratamento. A inoculação também foi de 1.700 espécimes, 7 dias após a emergência das plântulas. Assim como anteriormente, este ensaio foi mantido em casa de vegetação com irrigação e temperatura aferida (máx. 32,35°C; min. 15,52°C), até a data de avaliação (119 DAI). Na respectiva data, as plantas de milho, crotalária, feijão-caupi e milho tinham 132 DAS e as plantas de sorgo e girassol tinham 134 DAS.

Foram avaliadas as mesmas variáveis que no experimento anterior. Posteriormente, cortou-se a parte aérea das parcelas restantes e semeou-se duas sementes de mesma cultivar de soja nas parcelas restantes de cada tratamento. Manteve-se a mesma metodologia anteriormente citada até a data de avaliação 123 DAS.

#### **3.2.4 Desenho experimental**

Ambos os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. Foi utilizado o pacote R (R *Core Team*) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

### **3.3 Resultados**

Algumas culturas de sucessão utilizadas foram capazes de reduzir o fator de multiplicação de *P. brachyurus*, sendo que a crotalária foi a que apresentou menor multiplicação populacional do nematoide (FR: 0,09 e 0,49). Merecem destaque também o milho (FR: 0,68) e girassol (FR: 0,52 e 0,93). Em contrapartida, alguns tratamentos não apresentaram o mesmo comportamento quando inoculadas com *P. brachyurus*, com destaque para o feijão-caupi (FR: 8,34 e 6,31). O milho também apresentou um alto valor como já era esperado, pois foi utilizado como testemunha suscetível (FR: 3,43 e 5,97). A única espécie que apresentou resultados divergentes entre os ensaios foi o sorgo (FR: 0,86 e 5,37).

Outra variável observada foi a quantidade de nematoide por grama de raiz (Nema/g), sendo que houve diferença significativa do feijão-caupi em relação aos demais tratamentos, com uma alta densidade populacional (1828 e 2280 espécimes por grama de raiz). Milho, girassol, sorgo e milho foram diferentes estatisticamente quando comparados com o feijão-

caupi, mas não diferiram entre si. Somente a crotalária se mostrou bastante eficiente, apresentando diferença significativa dentre todos os tratamentos em ambos os ensaios (4 e 19 espécimes).

Assim como já dito anteriormente, o sorgo apresentou resultados que divergiram entre os ensaios conduzidos, ao passo que no primeiro a população final assim como a variação populacional não foi expressiva, já para o segundo ensaio houve diferença de comportamento e aproximação com os resultados obtidos no primeiro capítulo.

**Tabela 1.** Reação de suscetibilidade de diferentes espécies vegetais inoculadas com 1.700 espécimes do nematoide-das-lesões (*Pratylenchus brachyurus*) 96 DAI para o primeiro ensaio e 119 DAI para o segundo ensaio. PF (população final na raiz); Nema/g (nematoide por grama de raiz); FR (número da população final recolhida dividida pela população inicialmente inoculada).

Ensaio 1	Tratamentos	PF	(Nema/g)	FR
		Feijão-caupi 'BRS Guariba'	14.185 a	1.828 a
	Milho 'MG 580'	5.831 b	180 b	3,43 b
	Girassol 'IAC Uruguai'	890 bc	97 b	0,52 bc
	Sorgo 'BRS Ponta Negra'	1.473 bc	57 b	0,86 bc
	<i>Crotalaria spectabilis</i>	168 c	4 c	0,09 c
		PF	(Nema/g)	FR
Ensaio 2	Feijão-caupi 'BRS Guariba'	10.733 a	2.280 a	6,31 a
	Milho 'MG 580'	10.158 a	478 b	5,97 a
	Sorgo 'BRS Ponta Negra'	9.133 ab	333 b	5,37 ab
	Girassol 'IAC Uruguai'	585 ab	427 b	0,93 ab
	Milheto 'ADR 300'	1.166 b	84 b	0,68 b
	<i>Crotalaria spectabilis</i>	840 c	19 c	0,49 b

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si de acordo com Teste de Tukey 5%. Quando necessário os dados foram transformados antes das análises estatísticas usando o logaritmo do valor de  $(x + 1)$ .

Na segunda etapa deste experimento, foi observado o efeito da sucessão de culturas em plantas de soja, onde foi possível observar diferenças significativas para algumas das variáveis observadas (Tabela 2). Primeiramente em relação a massa fresca de raiz (MFR), sendo que sojas que sucederam crotalária se diferiram com maior valor em relação aos demais tratamentos, com valor médio em gramas de 45,45 e 16,65, ao passo que as sojas semeadas nos tratamentos que obtiveram valores altos de densidade populacional final do nematoide, tiveram MFR menor, acrescido a um sintoma de enegrecimento típico do nematoide-das-lesões, resultado este esperado por conta do parasitismo do nematoide, podendo destacar o sorgo (Figura 1).

Na variável Nema/g o tratamento crotalária foi o que apresentou melhor resultado, se diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (39 e 22 espécimes), em contrapartida o tratamento feijão-caupi obteve maior densidade populacional por grama de raiz (1.884 e 3.669 espécimes). Plantas de soja que sucederam milho também mostraram altos valores para esta variável, fator este já esperado por se tratar da testemunha suscetível.

Resultado divergente foi relatado no tratamento girassol, sendo que no primeiro ensaio uma alta quantidade de nematoide por grama de raiz foi recolhida (1.100 espécimes), já para a avaliação do segundo ensaio os valores foram inferiores (385 espécimes), se enquadrando estatisticamente no mesmo grupo homogêneo que os tratamentos milheto e sorgo.



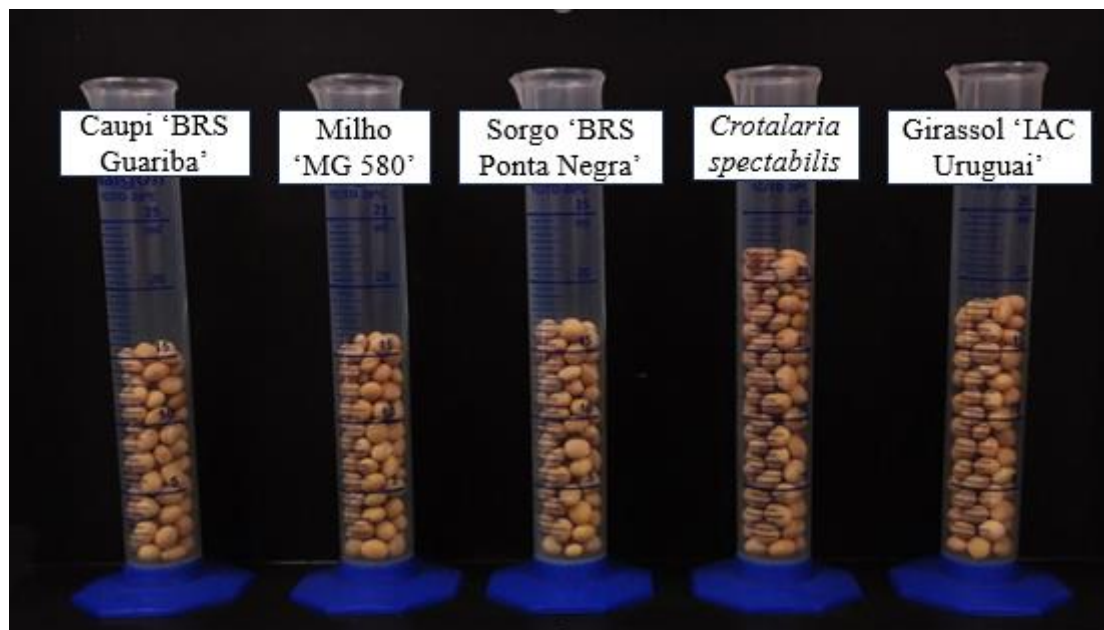
**Figura 1.** Expressão de sintomas ocasionados por *Pratylenchus brachyurus* em plantas de soja que sucederam diferentes plantas de cobertura 123 DAP (ensaio 2).

Na variável PF, os valores foram menores para o tratamento crotalária em ambos os ensaios (1.796 e 331 espécimes), de modo que se diferiu positivamente de feijão-caupi e girassol no primeiro e de milho no segundo. O milheto também apresentou um valor consideravelmente baixo para a variável em observação mesmo não se diferindo estatisticamente de feijão-caupi e milho. Por sua vez, no primeiro ensaio, a soja que sucedeu feijão-caupi obteve maior valor para densidade populacional final do nematoide (30.944 espécimes), se enquadrando em um grupo homogêneo com milho, girassol e sorgo.

Também foram analisadas variáveis com a finalidade de observar o efeito da sucessão de culturas em relação à produtividade da soja. Para a variável número de vagens (NV), no primeiro ensaio o tratamento feijão-caupi apresentou o maior valor, entretanto eram menores e com enchimento de grão inferior quando comparado com sojas sucedidas por crotalária. Já

para o segundo ensaio o tratamento crotalária apresentou maior o valor mais alto, mesmo não se diferenciando do tratamento girassol e milheto.

De maneira complementar, avaliou-se a massa das vagens em gramas (MV), destacando o tratamento crotalária que obteve a maior média com 5,56 e 4,82 gramas. Por último, foi avaliado a massa dos grãos em gramas (MG), sendo que somente o tratamento crotalária se diferenciou estatisticamente no primeiro ensaio (Figura 2). Ao passo que no segundo ensaio as plantas de soja sucedidas pelo sorgo apresentaram o pior rendimento com valor médio de 0,72 gramas, se enquadrando estatisticamente no mesmo grupo homogêneo que os tratamentos milho, girassol e feijão-caupi. Entretanto, o tratamento crotalária mesmo sendo o que obteve melhor desempenho com valor MG de 1,96 não diferiu de feijão-caupi, girassol e milheto no segundo ensaio.



**Figura 2.** Volume de grãos de soja após sucessão de culturas com diferentes plantas de cobertura 114 DAS (ensaio 1).

**Tabela 2.** Multiplicação de *Pratylenchus brachyurus* e avaliação de rendimento de plantas de soja que sucederam diferentes culturas 114 DAS para o ensaio 1 e 123 para o ensaio 2. MFR (massa fresca de raiz); PF (população final na raiz); Nema/g (número de nematoides por grama de raiz); NV (número de vagens); MV (massa de vagens); MG (massa de vagens).

Ensaio 1	Tratamentos	MFR	PF	Nema/g	NV	MV (g)	MG (g)
	<i>Crotalaria spectabilis</i>	45,45 a	1.796 a	39 a	10,16 a	5,56 a	3,63 a
Caupi 'BRS Guariba'	16,42 b	30.944 b	1.884 c	14 b	4,92 ab	2,53 b	
Milho 'MG 580'	30,62 ab	17.686 ab	577 b	12,75 ab	4,09 b	2,62 b	
Girassol 'IAC Uruguai'	20,72 b	22.805 b	1.100 bc	12,83 ab	4,70 b	2,93 b	
Sorgo 'BRS Ponta Negra'	16,11 b	13.175 ab	817 b	12,25 ab	4,00 b	2,68 b	
Ensaio 2	MFR	PF	Nema/g	NV	MV (g)	MG (g)	
	<i>Crotalaria spectabilis</i>	16,65 a	331 a	22 a	8,16 a	4,82 a	1,96 a
	Caupi 'BRS Guariba'	2,91 c	10.225 ab	3.669 c	5,83 bcd	3,71 abc	1,39 abc
	Milho 'MG 580'	2,33 c	11.333 b	3.874 c	5,42 cd	3,34 bc	1,13 bc
	Girassol 'IAC Uruguai'	6,10 c	2.639 ab	382 b	7,80 ab	3,95 ab	1,28 abc
	Milheto 'ADR 300'	5,41 c	1.817 ab	306 b	6,60 abc	4,32 ab	1,63 ab
	Sorgo 'BRS Ponta Negra'	11,44 b	4.885 ab	430 b	3,66 d	2,66 c	0,72 c

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si de acordo com Teste de Tukey 5%. Quando necessário os dados foram transformados antes das análises estatísticas usando o logaritmo do valor de "x + 1", visando a melhor interpretação dos resultados.

### 3.4 Discussão

Confirmou-se que a substituição de milho por *C. spectabilis* é eficaz no manejo de *P. brachyurus* em soja. Além disso, foi o tratamento que resultou em menor densidade populacional final na soja, fato este que desencadeou no tratamento com maior média para massa fresca de raiz, de massa das vagens de soja por repetição além de maior peso de grãos em gramas. As informações descritas por Cruz et al. (2020) afirmaram que *C. spectabilis* foi capaz de diminuir significativamente a população de *P. brachyurus* em sucessão com a soja (Pf/Pi= 0,6).

Semelhante ao que foi relatado no presente trabalho, Furtado (2018) ao testar a reação de diferentes plantas de cobertura contra o mesmo nematoide, observou que *Crotalaria spectabilis* é resistente ao nematoide (Pf/Pi= 0,24 e 0,10). De modo similar, os presentes resultados condizem com as literaturas descritas, além de que a sucessão de culturas crotalaria - soja desencadeou no tratamento com maior produtividade da soja (Tabela 2; Figura 2), tratando-se de uma ótima alternativa para plantio de segunda safra.

Pode se dizer que o girassol embora à princípio fosse promissor, não se provou equivalente a *C. spectabilis*, uma vez que os valores encontrados na variável MG foram estatisticamente iguais ao milho (testemunha suscetível). Então, uma possibilidade ao



desempenho superior de *C. spectabilis* é que os nematoides residuais que foram encontrados ao final da primeira parte do ensaio não eram infectivos, diferentemente de girassol, foram identificados na contagem, mas provavelmente não foram capazes de infectar a planta de soja.

Resultado semelhante foi descrito anteriormente por Inomoto et al. (2006) que realizaram testes para observar a multiplicação de *P. brachyurus* em plantas de girassol 'IAC Uruguaí' 52, 59 e 67 DAI, observando resultados próximos ao que foram registrados no presente trabalho (FR= 1,52; 0,48; 0,60). Mais recentemente, Dias et al. (2014) testaram 14 genótipos de girassol contra o nematoide-das-lesões e todos se comportaram como resistentes com valores para FR entre 0,5 e 1.

Ademais, pesquisas envolvendo o comportamento de *P. brachyurus* em sistema de sucessão soja - girassol são escassos na literatura, sendo difícil comparar os resultados encontrados, em que a densidade populacional do nematoide na soja foi alta (22.805 espécimes para o primeiro ensaio e 2.639 espécimes no segundo). Assim como para as variáveis 'NV', 'MV' e 'MG' não houve diferenças estatísticas positivas em relação aos demais tratamentos. Concluindo que o uso de girassol não apresentou rendimento positivo visando reduzir a densidade populacional do nematoide em sucessão com soja e nem surtiu efeito positivo na produtividade.

Milheto, no segundo ensaio, se mostrou estatisticamente igual a *C. spectabilis* e diferiu de sorgo (FR= 0,68). De fato, já foi descrito anteriormente por Inomoto et al., (2006) que o milheto é uma opção que pode ser explorada para a prática de manejo cultural de *P. brachyurus*, tendo em vista que diversos cultivares apresentam a característica de pouco aumentar a densidade populacional. Na ocasião os autores testaram duas cultivares de milheto, 'BRS 1501' com valores para FR de 1,02; 1,11; 2,10 e 'BN 2' o valor foi 0,43. De maneira complementar, Inomoto & Asmus (2010) testaram dois cultivares 'BRS 1501' e 'ADR 300' e observaram valores de 5,0 e 1,6 para a mesma variável, respectivamente, valores esses que condizem com os estudos apresentados no capítulo 1, onde os mesmos cultivares foram testados (FR: 1,65 e 2,59, respectivamente).

O milheto, como já mencionado no capítulo 1 deste trabalho, demonstra desempenho inferior ao da crotalária no controle do nematoide. No entanto, geralmente é considerado uma alternativa viável para o manejo do *P. brachyurus* em sucessão com a soja, como destacado por estudos anteriores (FURTADO, 2018; INOMOTO et al., 2006; INOMOTO & ASMUS, 2010). Apesar de o milheto representar uma boa alternativa de manejar o nematoide-das-lesões, é menos eficaz que *C. spectabilis*, valendo os comentários feitos sobre girassol.

No presente trabalho, as sojas sucedidas por milho apresentaram valores para PF que não as diferenciaram estatisticamente dos demais tratamentos, somado ao fato de que não houve diferença na produção de grãos quando comparada com a crotalaria, portanto a utilização de milho não mostrou benefícios na produção de soja.

O sorgo 'BRS Ponta Negra' no primeiro ensaio apresentou uma multiplicação baixa do nematoide (FR= 0,86), porém no segundo o cultivar apresentou valor alto para FR (5,37), fazendo-se acreditar que na ocasião em que o valor foi menor que 1, tratou-se de uma exceção, ainda mais que nos resultados obtidos no capítulo 1, 'BRS Ponta Negra' apresentou FR igual a 3,34 e 5,24.

Inomoto et al., (2006) em seus estudos, avaliaram o fator de multiplicação do nematoide-das-lesões em dois cultivares de sorgo 'IPA 7301011' e 'BRS 800' 52, 59 e 67 dias após a inoculação e observaram valores para FR de 5,43; 3,68; 5,55 e 3,34, respectivamente.

Mais recentemente, Silva et al. 2019 testaram diferentes genótipos de sorgo e observaram resultados semelhantes, onde os valores de FR variaram de 1,01 a 4,56. Também em 2019, Souza & Inomoto testaram cinco híbridos de sorgo granífero e encontraram resultados que confirmam a suscetibilidade, mas que divergem do presente trabalho e também de Silva e colaboradores, na ocasião os valores de FR ficaram entre 18 e 52. Furtado (2018) ao testar diferentes cultivares de sorgo também encontrou valores altos (BRS 716 com FR= 39,01), porém mesmo assim, valores inferiores aos encontrados por Souza & Inomoto.

Portanto, 'BRS Ponta Negra' se mostrou uma opção arriscada para sucessão com soja, como já concluído no capítulo 1 deste trabalho, apresentando alto valor para a variável PF, somado ao fato de que a variável MG foi a pior dentre os tratamentos no segundo ensaio (0,72 gramas), mostrando produtividade inferior em relação as sojas sucedidas por crotalaria e milho.

Diversos são os estudos envolvendo a multiplicação de *P. brachyurus* em gramíneas, principalmente para as de interesse comercial, como é o caso do milho, Inomoto et al., (2006) realizaram testes e comprovaram que milho é um hospedeiro suscetível (FR= 4,75; 2,89 e 4,57). Filho et al., (2012) testaram 10 híbridos, semeados em sucessão com soja em áreas com sintomas de infestação, de modo que foi avaliado 50 e 90 dias após a semeadura, e os valores encontrados para variação populacional permearam de 0,89 até 6,36, sendo que apenas um dos híbridos se caracterizou como resistente, sendo este o GNZ 2005.

Portanto todos os demais apresentaram um comportamento de suscetibilidade em relação a *P. brachyurus*, resultado semelhante ao encontrado no presente trabalho (FR= 3,43 e

5,97). Como já é sabidamente conhecido que milho e soja são suscetíveis a *P. brachyurus*, o valor de PF nas sojas que sucederam milho foi alto (17.686 e 11.333 espécimes), além de que a variável MG foi estatisticamente inferior quando comparado com crotalária em ambos os ensaios. Pensando nisso, é importante se atentar quando o plantio de milho for sucedido pela soja em áreas infestadas, uma vez que possivelmente a densidade populacional do nematoide aumentará a níveis que poderão causar prejuízos econômicos.

Feijão-caupi tem sido muito utilizada como segunda safra na região do cerrado brasileiro, região esta que é muito infestada com *P. brachyurus*. No presente trabalho, caupi se mostrou como o tratamento mais suscetível no primeiro ensaio (FR= 8,34), se diferenciando dos demais tratamentos, já no segundo ensaio (FR= 6,31), se diferenciou quando comparado com milho e crotalária.

Fato este que aumenta a problemática em sua utilização. Siqueira (2007) ao testar a cultivar IPA 206 também encontrou resultados semelhantes que mostram que feijão-caupi é suscetível a *P. brachyurus*, na ocasião, 72 dias após a inoculação com 5.000 espécimes de *P. brachyurus* foram obtidos valores R de 4,34 e 2,60. Siqueira & Inomoto (2008) realizaram testes com 1.000 espécimes em 6 diferentes cultivares, sendo que todos se mostraram suscetíveis ao nematoide, inclusive os respectivos autores também testaram 'BRS Guariba', mesmo cultivar utilizado no presente experimento (R= 1,83; 2,50; 2,33).

As plantas de soja que sucederam o feijão-caupi apresentaram maior número de Nema/g no primeiro ensaio, se enquadrando estatisticamente igual ao girassol. Já no segundo ensaio, sojas que sucederam feijão-caupi se mostraram estatisticamente igual ao tratamento milho com os maiores valores. Além disso, o valor de PF foi o maior dentre todos os tratamentos, pertencendo ao mesmo grupo homogêneo estatístico que milho, sorgo e girassol. Fato este que desencadeou no menor valor para MG no segundo ensaio, notando-se que feijão-caupi em sucessão com soja não é uma boa recomendação para solos infestados com *P. brachyurus*.

### 3.5 Conclusões

1. A variável FR (fator de reprodução) da planta de sucessão não garantiu a previsão do efeito de fitonematoides sobre a cultura subsequente. Este fato foi observado no presente trabalho com girassol em ambos os ensaios, sorgo no primeiro e milho no segundo.
2. *Crotalaria spectabilis* é a cultura de sucessão mais indicada para o manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja.

3. Sorgo ‘BRS Ponta Negra’ deve ser evitado em áreas infestadas com *P. brachyurus*.
4. Milheto e girassol, por serem resistentes a *P. brachyurus*, podem ter valor no manejo do nematoide, mas são menos eficazes que *C. spectabilis*.

## Referências

- BIESDORF, E. M.; PIMENTEL, L. D.; TEIXEIRA, T. P. M.; TEIXEIRA, M. F. F.; OLIVEIRA, A. B. de. Efeito inibitório do sorgo granífero na cultura da soja semeada em sucessão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.17, n.3, p. 445-459, 2018.
- BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília – DF, v. 6, n. 553, 1981.
- CONAB (2023). Companhia Nacional de Abastecimento, PRODUÇÃO DE GRÃOS ESTÁ ESTIMADA EM 312,5 MILHÕES DE TONELADAS NA SAFRA 2022/23. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4971-producao-de-graos-esta-estimada-em-312-5-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022-23>. acesso em: 07/07/23.
- CRUZ, T. T., ASMUS, G. L., GARCIA, R. A. *Crotalaria* species in succession to soybean for the management of *Pratylenchus brachyurus*. **Ciência Rural**, v. 50, n. 7, p. 1-8, 2020.
- DAN, H. DE A.; DAN, L. G. de M.; BARROSO, A. L. DE L.; PROCÓPIO, S. de O.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; BRAZ, G. B. P.; ALONSO, D. G.. Atividade residual de herbicidas usados na soja sobre o girassol cultivado em sucessão. **Ciência Rural**, v. 42, n. 11, p. 1929–1935, 2012.
- DIAS, W. P.; ASMUS, G. L.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. 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. Londrina: **Embrapa Soja**, p. 173-206. 2010.
- DIAS, W. P.; MORAES, L. A. C.; CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, M. C. N.; ORSINI, I. P. Reação de genótipos de girassol a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 47.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MOFO BRANCO, 2014, Londrina. Desafios futuros: anais. Londrina: SBF, 2014.
- FAO (2023). FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Faostat database gateway. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em: 07/07/23.
- FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. Nematologia de Plantas: Fundamentos e Importância. *Pratylenchus* - Cap. 8, Os Nematoides das Lesões Radiculares. pp. 238- 250. Manaus: **Norma Editora**, 2016.

FILHO, M. A. M. M.; PINHO, RENZO G. V.; FONSECA, R. G.; NASCIMENTO, M. S.; SANTOS, A. O. Reação De Híbridos De Milho Ao Nematóide *Pratylenchus Brachyurus*, Cultivados Na Safrinha No Estado Do Mato Grosso. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012.

FURTADO, R. C. N. Uso de plantas de cobertura para controle de *Pratylenchus brachyurus* em sucessão com soja. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 38p. 2018.

GRIOGOLLI, J. F. J.; ASMUS, G. L. Manejo de nematoides na cultura da soja. **Circular Técnica**, 1, p. 1-19. 2014.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. **Plant Disease**, v. 94, n. 8, p. 1022-1025. 2010.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L.; MACHADO, A. C. Z.; SILVA, R. A. Nematóides do Algodoeiro. In: **Congresso Brasileiro de Nematologia**, 25º ed., 2005. Piracicaba, São Paulo, Sociedade Brasileira de Nematologia, 31 p. 2005.

INOMOTO, M. M.; MOTTA, L. C. C.; MACHADO, A. C. Z.; SAZAKI, C.S. H. Reação de dez coberturas vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 151-157. 2006.

MACHADO, A. C. Z. *Pratylenchus brachyurus* x Algodoeiro: Patogenicidade, Métodos de Controle e Caracterização Molecular de Populações. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, 133 p. 2006.

MACHADO, A.C.Z.; FERRAZ, L.C.C.B.; OLIVEIRA, C.M.G. Development of a species-specific reverse primer for the molecular diagnostic of *Pratylenchus brachyurus*. **Nematropica** 37:249-257. 2007.

SILVA, D. D. da; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; MENEZES, C. B. de. Reação de sorgo granífero ao nematoide *Pratylenchus brachyurus*. **Embrapa Milho e Sorgo: Circular Técnica** 254. 2019.

SILVA, R. A.; PEREIRA, L. C. Efeitos de densidades populacionais de *Pratylenchus brachyurus* na produtividade de duas cultivares de soja. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 268, 2003.

SIQUEIRA, K. M. S. de. Importância de *Pratylenchus brachyurus* na cultura do caupi e estudos morfológicos e morfométricos sobre populações de *P.brachyurus* do Brasil. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 107 p. 2007.

SIQUEIRA, K. M. S. de; INOMOTO, M. M. Pathogenicity and reproductive fitness of *Pratylenchus brachyurus* on cowpea. **Nematology**, v. 10, n. 4, pp. 495-500. 2008.

SOUZA, V. H. M.; INOMOTO, M. M. Host suitability of grain sorghum and sudangrass for *Pratylenchus brachyurus*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, p. 1-4, 2019.