

**ANA PAULA MENDES LOPES**

**MIX DE PLANTAS DE COBERTURA NO MANEJO DE *Meloidogyne* spp. e  
*Pratylenchus brachyurus* NA CULTURA DA SOJA**

**Botucatu**

**2023**



**ANA PAULA MENDES LOPES**

**MIX DE PLANTAS DE COBERTURA NO MANEJO DE *Meloidogyne* spp. e  
*Pratylenchus brachyurus* NA CULTURA DA SOJA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Proteção de Plantas.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Silvia Renata Siciliano Wilcken

Coorientador: Prof Dr. Fernando Dini Andreote

**Botucatu**

**2023**

L864m	<p>Lopes, Ana Paula Mendes</p> <p>Mix de plantas de cobertura no manejo de <i>Meloidogyne</i> spp. e <i>Pratylenchus brachyurus</i> na cultura da soja / Ana Paula Mendes Lopes. -- Botucatu, 2023</p> <p>76 p.</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu</p> <p>Orientadora: Sílvia Renata Siciliano Wilcken</p> <p>Coorientador: Fernando Dini Andreote</p> <p>1. Nematóide-das-galhas. 2. Nematóide-das-lesões-radulares. 3. Mix de plantas de cobertura. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(s).

Essa ficha não pode ser modificada.

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: MIX DE PLANTAS DE COBERTURA NO MANEJO DE *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus brachyurus* NA CULTURA DA SOJA

AUTORA: ANA PAULA MENDES LOPES

ORIENTADORA: SILVIA RENATA SICILIANO WILCKEN

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Agronomia (Proteção de Plantas), pela Comissão Examinadora:

Prof.ª Dr.ª SILVIA RENATA SICILIANO WILCKEN (Participação Presencial)  
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP



Pesquisador Dr. THIAGO CASTRO DE ALMEIDA (Participação Virtual)  
Desenvolvimento de Mercado / Ballagro Agro Tecnologia



Pesquisadora Dr.ª LAÍS FERNANDA FONTANA (Participação Virtual)  
Fitopatologia/Nematologia / Instituto Goiano de Agricultura



Prof.ª Dr.ª ADRIANA ZANIN KRONKA (Participação Presencial)  
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP



Pesquisadora Dr.ª ADRIANA APARECIDA GABIA (Participação Presencial)  
Nematologia / Promip Consultoria e Assessoria em Agronomia Ltda.



Botucatu, 25 de maio de 2023



A minha amada família,  
Ademir, Solange, Letícia e Aline

Dedico.



## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, graças a ele pude conduzir este trabalho. Deus, obrigada pela força, paciência e resiliência, dia após dia.

Aos meus pais (Ademir Tavares Lopes e Solange Cardoso Mendes), minhas irmãs (Letícia Mendes Lopes e Aline Mendes Lopes) e ao meu namorado e companheiro de vida Djonatan Borchardt pelo amor e apoio incondicional.

A Prof. Dra. Silvia Renata Wilcken, pela orientação, ensinamentos e paciência.

Agradeço a todos os professores, coordenadores, secretários, funcionários, prestadores de serviços e a todos os colegas do laboratório de nematologia Agrícola da Unesp/ FCA, sem vocês não seria possível concluir este trabalho.

Ao meu coorientador Dr. Fernando Dini Andreote e Felipe Martins do Rego Barros pela parceria e ajuda nas avaliações das enzimas no laboratório de microbiologia do solo da Esalq Piracicaba.

Aos amigos que me apoiaram e estiveram comigo durante a jornada de doutorado, obrigada por todos os momentos vividos e compartilhados.

Ao time Ballagro Agro Tecnologia. Muito obrigada pelo apoio e compreensão na reta final.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de financiamento 001.

A todos vocês meu muito obrigada, sem vocês o título de Doutora em Proteção de Plantas não seria possível!!



## RESUMO

Chama-se de mix de plantas de cobertura as misturas de sementes de diferentes espécies vegetais cujos benefícios ultrapassam o uso de uma única cultura, que podem influenciar diretamente na comunidade microbiana dos solos. Somando-se a isso, o uso de nematicidas biológicos e químicos constituem-se como uma forma eficiente de manejar nematoides parasitas de plantas, mas pouco se sabe sobre seu uso associado aos mix. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a reação de 11 espécies vegetais utilizadas em mix de plantas de cobertura a *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita* e *Pratylenchus brachyurus*; selecionar mix resistente a *M. javanica* e associar os mesmos ao manejo biológico e químico em solos autoclavados e não autoclavados e avaliar a atividade das enzimas beta-glicosidase e fosfatase ácida nos tratamentos. Em pelo menos um dos experimentos, o trigo mourisco 'IPR 91 Baili' foi suscetível ( $FR \geq 1$ ) a *M. enterolobii*, *M. incognita* e *P. brachyurus*. O tremoço-branco cv. comum, aveia branca 'URS Altiva', aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã), aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) foram suscetíveis para *M. enterolobii*, *M. incognita* e resistente ( $FR < 1$ ) e/ou imune ( $FR = 0$ ) para *P. brachyurus*. O centeio 'IPR 89' e o nabo forrageiro 'IPR 116' foram suscetíveis para *M. incognita*, *P. brachyurus* e resistentes a *M. enterolobii*. O milheto 'BRS 1501' e a aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa) foram suscetíveis para *M. incognita* e resistentes/imunes para *M. enterolobii* e *P. brachyurus*. A *B. ruzizensis* foi considerada resistente a *M. enterolobii*, *M. incognita* e suscetível a *P. brachyurus*. A aveia branca 'URS Corona' foi a única planta considerada resistente e/ou imune para *M. enterolobii*, *M. incognita* e *P. brachyurus*. O trigo mourisco 'IPR 91 Baili', tremoço-branco cv. comum, aveia branca 'URS Altiva', aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã), aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina), centeio 'IPR 89', nabo forrageiro 'IPR 116', milheto 'BRS 1501', aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa) foram suscetíveis ( $FR > 1$ ) a *M. javanica* em ambos experimentos e constituíram o mix suscetível. A *B. ruzizensis* e a aveia branca 'URS Corona' foram considerados resistentes ( $FR < 1$ ) e/ou imunes ( $FR = 0$ ) e constituíram o mix resistente a *M. javanica*. De forma geral, o mix resistente foi eficiente no manejo de *M. javanica*, mas não diferiu estatisticamente quando associado ou não a produtos biológicos/químicos. O mix suscetível associado ou não com produtos biológicos/químicos não garantiu melhores resultados de manejo. A atividade das enzimas fosfatase ácida e beta-glicosidase foi maior no solo não autoclavado, mas não podemos afirmar que tal resultado influenciou

no menor número de nematoides e na maior produtividade da soja. Cultivares de plantas de cobertura utilizadas em mix podem ser resistentes a algumas espécies de *Meloidogyne* e *P. brachyurus* mais suscetíveis a outras. É importante saber quais as espécies de nematoides estão presentes no campo para recomendar o melhor mix de plantas de cobertura a ser utilizado na área.

**Palavras-chave:** fator de reprodução; nematoide-das-galhas; *Pratylenchus brachyurus*; adubação verde; atividade enzimática de solo.

## ABSTRACT

Mix of cover crops refers to the mixture of seeds from different plant species whose benefits go beyond the use of a single culture and can directly influence the soil microbial community. In addition, the use of biological and chemical nematicides constitutes an efficient way to manage plant-parasitic nematodes, but little is known about their use in association with mixes. Therefore, the objective of the study was to evaluate the reaction of 11 plant species used in cover crop mixes to *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita*, and *P. brachyurus*; select mixes resistant to *M. javanica* and associate them with biological and chemical management in autoclaved and non-autoclaved soils and evaluate the activity of beta-glicosidase and acid phosphatase enzymes in the treatments. In at least one of the experiments, the buckwheat 'IPR 91 Baili' was susceptible ( $FR \geq 1$ ) to *M. enterolobii*, *M. incognita*, and *P. brachyurus*. The white lupin cv. common, white oats 'URS Altiva', black oats 'Iapar 61' (Ibiporã), black oats 'Embrapa 139' (Neblina) were susceptible to *M. enterolobii*, *M. incognita*, and resistant ( $FR < 1$ ) and/or immune ( $FR = 0$ ) to *P. brachyurus*. Rye 'IPR 89' and forage turnip 'IPR 116' were susceptible to *M. incognita*, *P. brachyurus*, and resistant to *M. enterolobii*. The millet 'BRS 1501' and the black oat 'Embrapa 29' (Garoa) were susceptible to *M. incognita* and resistant/immune to *M. enterolobii* and *P. brachyurus*. *Brachiaria ruziziensis* was considered resistant to *M. enterolobii*, *M. incognita*, and susceptible to *P. brachyurus*. The white oat 'URS Corona' was the only plant considered resistant and/or immune to *M. enterolobii*, *M. incognita*, and *P. brachyurus*. The buckwheat 'IPR 91 Baili', white lupine cv. comum, white oat 'URS Altiva', black oat 'Iapar 61' (Ibiporã), black oat 'Embrapa 139' (Neblina), rye 'IPR 89', forage turnip 'IPR 116', millet 'BRS 1501', black oat 'Embrapa 29' (Garoa) were susceptible ( $FR > 1$ ) to *M. javanica* in both experiments and constituted the susceptible mix. *Brachiaria ruziziensis* and white oat 'URS Corona' were considered resistant ( $FR < 1$ ) and/or immune ( $FR = 0$ ) and constituted the resistant mix to *M. javanica*. In general, the resistant mix was effective in managing *M. javanica* but did not differ statistically when associated or not with biological/chemical products. The susceptible mix, whether associated or not with biological/chemical products, did not guarantee better management results. The activity of acid phosphatase and beta-glicosidase enzymes was higher in non-autoclaved soil, but we cannot affirm that such result influenced the lower number of nematodes and the higher soybean productivity. Cover crop cultivars

used in mixes may be resistant to some *Meloidogyne* species and more susceptible to others, such as *P. brachyurus*. It is important to know which nematode species are present in the field to recommend the best cover crop mix to be used in the area.

**Key-words:** reproduction factor; root-knot nematode; *Pratylenchus brachyurus*, cover crop mix; soil enzymatic activity.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1 – REAÇÃO DE PLANTAS UTILIZADAS EM MIX DE PLANTAS DE COBERTURA A <i>Meloidogyne enterolobii</i>, <i>M. incognita</i> e <i>Pratylenchus brachyurus</i> .....</b>	<b>18</b>
1.1 INTRODUÇÃO.....	20
1.2 MATERIAL E METODOS.....	21
1.3 RESULTADOS .....	24
1.4 DISCUSSÃO.....	30
1.5 CONCLUSÕES.....	33
REFERÊNCIAS.....	34
<b>CAPÍTULO 2 – MANEJO DE <i>Meloidogyne javanica</i> UTILIZANDO MIX DE PLANTAS DE COBERTURA ASSOCIADOS A NEMATICIDAS NA SOJA.....</b>	<b>38</b>
2.1 INTRODUÇÃO.....	42
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
2.2.1 Procedimentos experimentais gerais.....	44
2.2.2 Reação de plantas utilizadas em mix de plantas de cobertura a <i>Meloidogyne javanica</i> .....	44
2.2.3 Manejo de <i>M. javanica</i> associando controle biológico e químico com mix de plantas de cobertura na soja.....	46
2.2.4 Análises estatísticas.....	48
2.3 RESULTADOS.....	48
2.4 DISCUSSÃO.....	62
2.5 CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS.....	68
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>75</b>



## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e deve manter a tendência de crescimento em área cultivada e produtividade (CONAB et al., 2023). Porém, mesmo com o progressivo avanço do setor, fatores limitantes de produção podem causar perdas de 15 a 20% na cultura, com destaque para as doenças causadas por fitopatógenos (GODOY et al., 2016). Os nematoides parasitas de plantas são considerados um dos principais causadores de problemas fitossanitários que limitam o rendimento da cultura. Nos sistemas de cultivo, destacam o nematoide do cisto da soja (*Heterodera glycines*), nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus* e *P. zaei*), nematoides das galhas (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica*), nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) (HENNING et al., 2014) nematoide espiral (*Helicotylenchus dihystera* e *Scutellonema brachyurus*) (MACHADO et al., 2019).

Dentre esses gêneros, os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) são responsáveis por grandes perdas na cultura da soja (KAKURI et al. 2017). As fêmeas infectam as raízes das plantas estabelecendo sítio de alimentação no cilindro central, extraem nutrientes e injetam substâncias para o seu desenvolvimento e reprodução, levando à hipertrofia e hiperplasia celular e formação de galhas (FAVERY et al., 2016). Estas alterações impedem o fluxo de nutrientes e água para a planta, reduzindo o crescimento e desenvolvimento e aumentando a suscetibilidade a outros patógenos oportunistas (FERRAZ & BROWN 2016). O nematoide das lesões radiculares *P. brachyurus* tem grande expressão devido à sua ampla distribuição e alto grau de polifagia (CRUZ et al., 2020). O nematoide é caracterizado como um endoparasita migrador que se move no interior das raízes, causando lesões e liberando toxinas e enzimas no córtex radicular (GOULART, 2008).

O manejo de nematoides requer a adoção de diferentes práticas que contribuam para a diminuição dos níveis populacionais do patógeno no solo, para que não ocorram danos à lavoura. Estas práticas devem ser realizadas com base nos métodos disponíveis e de maneira associada, podendo ser através de controle químico, biológico, genético e cultural.

A rotação de culturas com plantas antagonistas ou não hospedeiras são práticas culturais que contribuem para a redução de fitonematoides na área.

Atualmente, algumas regiões estão optando pelo uso de mix de plantas de cobertura devido às inúmeras vantagens em relação ao cultivo solteiro (ZIECH et al., 2015). As espécies de plantas pertencentes as famílias Brassicaceae, Fabaceae, Poaceae e Polygonaceae são as mais recomendadas e apresentam características diversas que se diversificam e complementam-se, trazendo benefícios ao sistema (SILVA et al., 2021). Para a escolha dessas plantas, deve-se levar em consideração a finalidade do cultivo e também a sua adaptação à região, para que tragam melhorias na comunidade microbiana e qualidade dos solos e também nas culturas que serão utilizadas em sucessão (SILVA et al., 2021). A matéria orgânica deixada no solo após cultivo pode ainda influenciar diretamente na atividade microbiana e ser medida através de enzimas indicadoras de qualidade de solos, como a beta-glicosidase e fosfatase ácida (ADETUNJI et al. 2017).

O manejo químico via tratamento de sementes ou sulco de plantio caracteriza-se como um método eficiente no manejo de nematoides em áreas de cultivo (FERNANDES et al., 2020). Além de serem de fácil aplicação, tem ação protetora nos estádios iniciais da cultura e favoreceram o estabelecimento da planta no campo (KUBO, et al., 2012). Diferentes moléculas já foram estudadas e apresentam resultados promissores, com destaque para a abamectina no manejo de nematoides em soja (BORTOLINI et al., 2013).

Atualmente, o manejo biológico é o mais utilizado em áreas agrícolas e vem ganhando destaque no manejo de nematoides (OLIVEIRA et al., 2019). Além de apresentarem maior residual, os microrganismos podem agir de forma direta e/ou indireta, e possuem diferentes mecanismos de ação (RUIU, 2018). Diferentes agentes biológicos já foram estudados e estão disponíveis no mercado, com destaque para as bactérias do gênero *Bacillus* spp. (FERREIRA et al., 2017) e os fungos parasitas de ovos e fêmeas do nematoide *Pochonia chlamydosporia* e *Paecilomyces lilacinus* (GIANNAKOU et al., 2019; ALVES et al., 2022).

Essas e outras práticas de manejo vêm sendo utilizadas de maneira isolada ou em combinação, buscando diminuir as populações de nematoides. Com isso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a reação de diferentes cultivares de plantas de cobertura utilizadas em mix a *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, *M. enterolobii* e *Pratylenchus brachyurus*. Além disso, avaliar o uso de mix de plantas de cobertura de maneira isolada ou associada a nematicidas biológicos e químico no

manejo de *M. javanica* e medir a atividade das enzimas beta-glicosidade e fosfatase ácida em cada tratamento.

## CAPÍTULO 1

### REAÇÃO DE PLANTAS UTILIZADAS EM MIX DE PLANTAS DE COBERTURA A *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita* e *Pratylenchus brachyurus*

#### RESUMO

Mix de plantas de cobertura constitui de misturas de sementes de diferentes espécies vegetais com capacidade de alta produção de massa e crescimento radicular, sendo considerados vantajosos em relação ao cultivo dessas plantas isoladas. No entanto, a relação do cultivo de diferentes cultivares de plantas utilizadas em mix com a comunidade nematológica presente na área ainda não está bem estabelecida. Assim, objetivou-se avaliar a reação de 11 espécies vegetais utilizadas em mix de plantas de cobertura a *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita* e *P. brachyurus*. Foram conduzidos seis experimentos em casa-de-vegetação (dois para cada nematoide), em delineamento inteiramente casualizado, com 05 repetições, usando a soja 'BMX Potência RR' e o tomate 'Santa clara', como testemunha. As plantas foram inoculadas com 2.000 ovos e eventuais juvenis de *M. enterolobii* e *M. incognita* ou 1.000 espécimes de *P. brachyurus*, respectivamente. As avaliações foram realizadas após 60 ou 80 dias da inoculação. Em pelo menos um dos experimentos, o trigo-mourisco 'IPR 91 Baili' foi suscetível ( $FR \geq 1$ ) a *M. enterolobii*, *M. incognita* e *P. brachyurus*. O tremoço-branco cv. comum, aveia branca 'URS Altiva', aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã), aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) foram suscetíveis para *M. enterolobii*, *M. incognita* e resistente ( $FR < 1$ ) e/ou imune ( $FR = 0$ ) para *P. brachyurus*. O centeio 'IPR 89' e o nabo forrageiro 'IPR 116' foram suscetíveis para *M. incognita*, *P. brachyurus* e resistentes a *M. enterolobii*. O milheto 'BRS 1501' e a aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa) foram suscetíveis para *M. incognita* e resistente/imune para *M. enterolobii* e *P. brachyurus*. A *Brachiaria ruziziensis* foi considerada resistente a *M. enterolobii*, *M. incognita* e suscetível a *P. brachyurus*. A aveia branca 'URS Corona' foi a única planta considerada resistente e/ou imune para todas as espécies de nematoides avaliadas.

**Palavras-chave:** fator de reprodução; nematoide-das-galhas; nematoide-das-lesões-radiculares; adubação verde; rotação de culturas.

<sup>1</sup> Capítulo redigido e publicado de acordo com as normas do periódico **Pesquisa Agropecuária Tropical**

## ABSTRACT

Cover crop mixes consist of a mixture of seeds from different plant species with high biomass production and root growth capacity, being considered advantageous compared to the cultivation of these plants in isolation. However, the relationship between the cultivation of different cover crop cultivars and the nematode community present in the area is not yet well established. Thus, the objective was to evaluate the reaction of 11 plant species used in cover crop mixes to *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita*, and *P. brachyurus*. Six greenhouse experiments were conducted (two for each nematode) using a completely randomized design with five replications, using soybean 'BMX Potência RR' and tomato 'Santa Clara' as control plants. The plants were inoculated with 2,000 eggs and juveniles of *M. enterolobii* and *M. incognita* or 1,000 individuals of *P. brachyurus*, respectively. Evaluations were performed after 60 or 80 days post-inoculation. In at least one of the experiments, buckwheat 'IPR 91 Baili' was susceptible ( $FR \geq 1$ ) to *M. enterolobii*, *M. incognita*, and *P. brachyurus*. White lupine cv. comum, white oats 'URS Altiva', black oats 'Iapar 61' (Ibiporã), and black oats 'Embrapa 139' (Neblina) were susceptible to *M. enterolobii* and *M. incognita*, and resistant ( $FR < 1$ ) and/or immune ( $FR = 0$ ) to *P. brachyurus*. Rye 'IPR 89' and forage turnip 'IPR 116' were susceptible to *M. incognita* and *P. brachyurus*, and resistant to *M. enterolobii*. Milheto 'BRS 1501' and black oats 'Embrapa 29' (Garoa) were susceptible to *M. incognita* and resistant/immune to *M. enterolobii* and *P. brachyurus*. *Brachiaria ruziziensis* was considered resistant to *M. enterolobii* and *M. incognita* and susceptible to *P. brachyurus*. White oats 'URS Corona' was the only plant considered resistant and/or immune to all nematode species evaluated.

**Key-words:** reproduction factor; root-knot nematode; root lesion nematode; green manure; crop rotation.

## 1.1 INTRODUÇÃO

Nematoides do gênero *Meloidogyne* são reconhecidos mundialmente como um dos principais problemas em culturas economicamente importantes. No Brasil, duas espécies estão amplamente distribuídas e necessitam de atenção devido aos danos ocasionados, sendo elas *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (HENNING et al., 2014), além de *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1983, outra espécie de grande importância dentro do gênero *Meloidogyne* e que vem ganhando destaque nos últimos anos (CASTRO, 2019). O nematoide-das-lesões-radiculares *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & Stekhoven, 1941 também merece atenção devido ao seu alto grau de polifagia e sua ampla distribuição geográfica (CRUZ et al., 2020).

O manejo de nematoides é complexo. Uma vez detectados em áreas de cultivo, a sua erradicação torna-se praticamente impossível, sendo a melhor estratégia o emprego de medidas de controle visando reduzir a população do fitonematoide. Estas medidas devem ser realizadas com base nos métodos disponíveis e de maneira associada, podendo ser através de controle químico, biológico, genético e cultural.

A rotação de culturas com plantas antagonistas ou não hospedeiras são práticas culturais que contribuem para a redução de fitonematoides na área. A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e a aveia branca (*A. sativa* L.) são usuais em áreas de cultivo devido ao seu rápido crescimento, produção de biomassa e crescimento radicular robusto (SILVA et al., 2021), além disso, possuem potencial no controle de *Meloidogyne* spp. (GARDIANO et al., 2012; RIED et al., 2014; MARINI et al., 2016) e *Pratylenchus brachyurus* (GABRIEL et al., 2018), dependendo da cultivar utilizada (MACHADO et al., 2015). O milheto (*Pennisetum glaucum* L.), o centeio (*Secale cereale* L.) e a braquiária (*Brachiaria* spp.) são gramíneas que apresentam elevada produção de fitomassa e, no caso do milheto, auxilia também no acúmulo e liberação de nutrientes, além de outros benefícios em diferentes características do solo proporcionados pelo uso dessas plantas em sistemas de cultivo (SILVA et al., 2021). O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) apresentou-se como suscetível a *M. javanica* (ROSA et al., 2013), e resistente a *P. brachyurus* (CHIAMOLERA et al., 2012). O trigo

mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench) e o tremçoço (*Lupinus albus* L.) são plantas que vêm sendo utilizadas nos sistemas de rotação, porém com poucos estudos em relação ao manejo de nematoides. O trigo mourisco foi relatado como resistente ao parasitismo por *M. javanica* (MELO et al., 2018), porém, pouco se sabe em relação às outras espécies de nematoides.

Essas e outras plantas vêm sendo utilizadas em mix de plantas de cobertura visando melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas do solo e apresentam inúmeras vantagens em relação ao cultivo solteiro (ZIECH et al., 2015). Espécies de plantas pertencentes às famílias Brassicaceae, Fabaceae, Poaceae e Polygonaceae são as mais recomendadas e apresentam características diversas que se complementam-se trazendo benefícios ao sistema (SILVA et al., 2021). A escolha dessas plantas deve levar em consideração a finalidade do cultivo e sua adaptação à região para que tragam melhorias na comunidade microbiana e qualidade dos solos e também das culturas que serão utilizadas em sucessão (SILVA et al., 2021).

Assim, entender a relação entre cultivares de plantas de cobertura e fitonematoides é de extrema importância. Mais especificamente, quando se trata de mix de plantas de cobertura, esse estudo é relevante, a fim de se associar as cultivares de plantas que não multipliquem o patógeno presente na área. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a reação de espécies vegetais utilizadas em mix de plantas de cobertura a *M. enterolobii*, *M. incognita* e *P. brachyurus*.

## 1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação, sob coordenadas geográficas (Datum SAD 69) - lat (22° 50' 48" S), long (48° 26' 06" W) e alt (817,74 m), na Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), em Botucatu, estado de São Paulo, Brasil, nos anos de 2020 e 2021. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições. Foi avaliada a reação de 11 espécies de plantas utilizadas em mix de plantas de cobertura (Tabela 1) a *M. enterolobii*, *M. incognita* e *P. brachyurus*. Cada experimento foi conduzido em duas épocas distintas. O primeiro ensaio de *M. enterolobii* (ensaio A) foi conduzido de setembro a novembro de 2020, e o segundo ensaio (ensaio B) de outubro a dezembro de 2020. O primeiro ensaio de *M. incognita* (ensaio C) foi conduzido de novembro de

2020 e janeiro de 2021, e o segundo ensaio (ensaio *D*) de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021. O primeiro ensaio de *P. brachyurus* (ensaio *E*) foi conduzido de março a junho de 2020, e o segundo ensaio (ensaio *F*) de setembro a dezembro de 2020.

**Tabela 1. Relação das espécies de plantas avaliadas nos experimentos**

Nome Comum	Nome Científico	Família
Soja 'BMX Potência RR' (testemunha)	<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	Fabaceae
Tomate 'Santa clara'	<i>Solanum lycopersicum</i>	Solanaceae
Aveia branca 'URS Altiva'	<i>Avena sativa</i> L.	Poaceae
Aveia branca 'URS Corona'	<i>Avena sativa</i> L.	Poaceae
Centeio 'IPR 89'	<i>Secale cereale</i> L.	Poaceae
Nabo forrageiro 'IPR 116'	<i>Raphanus sativus</i> L.	Brassicaceae
Aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa)	<i>Avena strigosa</i> Schreb.	Poaceae
Aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina)	<i>Avena strigosa</i> Schreb.	Poaceae
Aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã)	<i>Avena sativa</i> L.	Poaceae
Tremoço-branco cv. Comum	<i>Lupinus albus</i> L.	Fabaceae
Milheto 'BRS 1501'	<i>Pennisetum glaucum</i> L.	Poaceae
Trigo mourisco 'IPR 91 Baili'	( <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)	Polygonaceae
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	<i>Brachiaria ruziziensis</i>	Poaceae

Foram semeadas dez sementes de aveia (branca e preta), centeio, braquiária e milho por vaso, cinco sementes de nabo forrageiro e trigo mourisco e duas sementes de tremoço por unidade experimental. Após 10 dias de germinação, foi realizado o desbaste, mantendo-se sete plantas de aveia, centeio, braquiária e milho por unidade experimental e uma das demais plantas. As mesmas foram inoculadas no dia seguinte.

O inóculo de *M. enterolobii* e *M. incognita* foi obtido de populações puras, mantidas em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.) 'Santa Clara' e quiabeiro

(*Abelmoschus esculentus* Moench) 'Santa Cruz', e o de *P. brachyurus* foi obtido de mucuna-preta (*Mucuna pruriens* L). O inóculo foi extraído segundo metodologia descrita por Hussey e Barker, adaptada por Boneti & Ferraz (1981), sendo calibrado em câmara de Peters sob microscópio óptico, para 2000 ovos + J2 ml<sup>-1</sup> para *M. enterolobii* e *M. incognita* e 1000 espécimes mL<sup>-1</sup> para *P. brachyurus*.

As unidades experimentais tinham capacidade para 500 cm<sup>3</sup> de substrato no experimento de *M. enterolobii* e *M. incognita* e 1000 cm<sup>3</sup> para o experimento com *P. brachyurus*. O substrato consistiu da mistura de areia e solo, na proporção 2:1, previamente autoclavado, a 120 °C por 2 h. Para a inoculação, foram realizados dois orifícios de aproximadamente 2cm de profundidade no substrato e adicionada a suspensão de nematoides. Como testemunha da viabilidade dos inóculos, foi utilizada soja 'BMX Potência RR', no experimento com *M. incognita* e *P. brachyurus*, e Tomate 'Santa Clara', no experimento com *M. enterolobii*.

As plantas permaneceram em casa de vegetação por 60 dias, nos experimentos com *M. enterolobii* e *M. incognita*, e 80 dias, nos experimentos com *P. brachyurus*, sendo irrigadas diariamente, conforme a necessidade hídrica. Após esse período, as raízes de cada planta foram separadas da parte aérea, lavadas para a eliminação do excesso de solo, colocadas sobre papel absorvente para retirada do excesso de água e pesadas em balança semianalítica, sendo então obtida a massa fresca de raiz.

As raízes foram submetidas ao método de extração de nematoides segundo metodologia descrita por Hussey e Barker, adaptada por Boneti e Ferraz (1981) e, posteriormente, foram quantificados ovos e juvenis (J2) (nematóide total = população final) em câmara de Peters sob microscópio óptico. O total de nematoides foi dividido pela massa de raiz, obtendo-se o número de nematoides por grama de raiz (densidade populacional). Foi calculado também o fator de reprodução (FR), baseando-se na fórmula  $FR = \text{população final} / \text{população inicial}$ , sendo classificadas as espécies como imunes ( $FR = 0$ ), resistentes ( $FR < 1$ ) ou suscetíveis ( $FR \geq 1$ ) (OOSTENBRINK, 1966).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software AgroState (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015). Quando necessário, para atender os pressupostos de normalidade, os dados foram transformados por  $\sqrt{(x+0,5)}$ .

### 1.3 RESULTADOS

No ensaio A de *M. enterolobii*, observou-se maior densidade populacional para o trigo mourisco 'IPR 91 Baili' (1646), tomate 'Santa Clara' (testemunha) (=1480), seguido da aveia branca 'URS Altiva' (=785). A aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina), aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa), aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã), tremoço-branco cv. Comum, nabo forrageiro 'IPR 116', centeio 'IPR 89', milho 'BRS 1501' e *B. ruziziensis* apresentaram médias de nematoides por grama de raiz variando de 473 a 7 (Tabela 2).

Além do tomate 'Santa Clara' (testemunha), apenas a aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) apresentou  $FR \geq 1$  (1,0) (Tabela 2). As demais espécies de plantas se comportaram como resistentes  $FR < 1$  e a aveia branca 'URS Corona' se comportou como imune  $FR = 0$ .

Ainda para *M. enterolobii*, no ensaio B, o maior número de nematoides por grama de raiz foi para a aveia branca 'URS Altiva' (=2811) seguido do tomate 'Santa Clara' (testemunha) (=2198) e do trigo mourisco 'IPR 91 Baili' (=2479) (Tabela 2). O número de nematoides por grama de raiz das demais espécies variaram de 819 a 92. Neste ensaio, além da testemunha, o tremoço-branco cv. Comum, trigo mourisco 'IPR 91 Baili', aveia branca 'URS Altiva', aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã) e a aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) apresentaram  $FR \geq 1,0$  enquanto a *B. ruziziensis* e a aveia branca 'URS Corona' foram consideradas imunes ( $FR = 0$ ).

**Tabela 2. Densidade populacional e fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne enterolobii* em diferentes plantas de cobertura, após 60 dias de inoculação (Ensaio A e B).**

Ensaio A (setembro a novembro de 2020)			
Espécie	Densidade populacional	FR	Reação
Tremoço-branco cv. Comum	326 b	0,4 b	R
Trigo mourisco 'IPR 91 Baili'	1646 a	0,7 b	R
Milho 'BRS 1501'	36 c	0,2 c	R
Soja 'BMX Potência RR'	402 a	0,3 b	R

Aveia branca 'URS altiva'	785 b	0,6 b	R
Centeio 'IPR 89'	122 c	0,2 c	R
Nabo forrageiro 'IPR 116'	276 c	0,1 c	R
Aveia preta 'Embrapa 29' (garoa)	464 b	0,6 b	R
Aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã)	151 c	0,4 b	R
Aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina)	473 b	1,0 b	S
<i>Brachyaria ruziziensis</i>	7 c	0,0 c	R
Tomate cv. Santa Clara (testemunha)	1480 a	5,6 a	S
Aveia branca 'URS corona'	0 c	0,0 c	I
CV (%)	59,45	52,44	

**Ensaio B (outubro a dezembro de 2020)**

<b>Espécie</b>	<b>Densidade Populacional</b>	<b>FR</b>	<b>Reação</b>
Tremoço-branco cv. Comum	819 b	1,6 c	S
Trigo mourisco 'IPR 91 Baili'	2479 a	4,2 b	S
Milheto 'BRS 1501'	115 c	0,5 d	R
Soja 'BMX Potência RR'	169 c	0,3 d	R
Aveia branca 'URS altiva'	2811 a	2,6 c	S
Centeio 'IPR 89'	180 c	0,2 d	R
Nabo forrageiro 'IPR 116'	92 c	0,1 d	R
Aveia preta 'Embrapa 29' (garoa)	222 c	0,4 d	R
Aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã)	357 c	1,1 c	S
Aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina)	798 b	1,8 c	S
<i>Brachyaria ruziziensis</i>	0 c	0 d	I
Tomate cv. Santa Clara (testemunha)	2198 a	9,8 a	S

Aveia branca 'URS corona'	0 c	0 d	I
CV (%)	50,35	50,35	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Médias originais transformadas pela  $\sqrt{x+0,5}$  para análise estatística. CV= coeficiente de variação (%). FR=fator de reprodução. Segundo conceito de Oostenbrink (1966). S = suscetível, R = resistente e I = imune.

No ensaio C de *M. incognita*, verificou-se maior densidade populacional para a aveia branca 'URS Altiva' (=12994), aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) (=11221) e trigo mourisco 'IPR 91 Baili' (=9693), as quais foram superiores a soja 'BMX Potência RR' (testemunha) (=5338) (Tabela 3). Para o nabo forrageiro 'IPR 116', tremço-branco cv. Comum, aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa), aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã), milho 'BRS 1501', centeio 'IPR 89' e *B. ruziziensis* a média variou de 5330 a 36.

Maiores FR foram constatados para aveia branca 'URS Altiva' (=6,4), aveia preta Iapar 61 (Ibiporã) (=5,1), aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) (=5,1) e tremço-branco cv. Comum (=4,9).  $FR \geq 1,0$  FR também foi observado para trigo mourisco 'IPR 91 Baili', nabo forrageiro 'IPR 116', aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa) e milho 'BRS 1501', sendo estas consideradas suscetíveis a *M. incognita*. Comportaram-se como resistentes ( $FR < 1$ ) o centeio 'IPR 89' e *B. ruziziensis*. A aveia branca 'URS Corona' apresentou-se como imune ( $FR = 0$ ) (Tabela 3).

No ensaio D de *M. incognita*, as maiores densidades populacionais foram observadas para o trigo mourisco 'IPR 91 Baili' (=36118), aveia branca 'URS Altiva' (=12994), aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) (=13739) e nabo forrageiro 'IPR 116' (=11773) (Tabela 3). As demais plantas apresentaram média variando de 6381 a 67.

Neste ensaio, apenas a *B. ruziziensis* e a aveia branca 'URS Corona' foram consideradas resistentes (Tabela 3). As demais, comportaram-se como suscetíveis ( $FR \geq 1,0$ ), sendo o maior FR para a aveia branca 'URS Altiva' (=9,3), aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã) (=8,5) e aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) (=6,9). Para as demais espécies, o FR variou de 5,1 a 1,2.

**Tabela 3. Densidade populacional e fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne incognita* em diferentes plantas de cobertura, após 60 dias de inoculação (Ensaio C e D).**

<b>Ensaio C (novembro de 2020 a janeiro de 2021)</b>			
<b>Espécie</b>	<b>Densidade populacional</b>	<b>FR</b>	<b>Reação</b>
Tremoço-branco cv. Comum	2451 b	4,9 b	S
Trigo mourisco 'IPR 91 Baili'	9693 b	3,0 c	S
Milheto 'BRS 1501'	349 c	1,0 c	S
Soja 'BMX Potência RR' (Testemunha)	5338 b	9,5 a	S
Aveia branca 'URS altiva'	12994 a	6,4 b	S
Centeio 'IPR 89'	220 c	0,4 d	R
Nabo forrageiro 'IPR 116'	5330 b	2,2 c	S
Aveia preta 'Embrapa 29' (garoa)	3651 b	2,0 c	S
Aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã)	3355 b	5,1 b	S
Aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina)	11221 a	5,1 b	S
<i>Brachyaria ruziziensis</i>	36 c	0,1 d	R
Aveia branca 'URS corona'	0 c	0 d	I
CV (%)	46,46	40,40	
<b>Ensaio D (dezembro de 2020 a fevereiro de 2021)</b>			
<b>Espécie</b>	<b>Densidade populacional</b>	<b>FR</b>	<b>Reação</b>
Tremoço-branco cv. Comum	-	-	-
Trigo mourisco 'IPR 91 Baili'	36118 a	5,1 b	S
Milheto 'BRS 1501'	610 c	2,2 c	S
Soja 'BMX Potência RR' (Testemunha)	18440 a	22,6 a	S

Aveia branca 'URS altiva'	15185 a	9,3 b	S
Centeio 'IPR 89'	1965 c	1,2 c	S
Nabo forrageiro 'IPR 116'	11773 b	1,9 c	S
Aveia preta 'Embrapa 29' (garoa)	6381 b	4,8 b	S
Aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã)	5550 b	8,5 b	S
Aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina)	13739 b	6,9 b	S
<i>Brachyaria ruziziensis</i>	85 c	0,3 d	R
Aveia branca 'URS corona'	67 c	0,1 d	R
CV (%)	50,65	35,97	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Médias originais transformadas pela  $\sqrt{x+0,5}$  para análise estatística. CV= coeficiente de variação (%). FR=fator de reprodução. Segundo conceito de Oostenbrink (1966). S = suscetível, R = resistente e I = imune.

No ensaio *E* de *P. brachyurus*, a maior densidade populacional foi observada para o nabo forrageiro 'IPR 116' (=357) (Tabela 4). O trigo mourisco 'IPR 91 Baili', aveia branca 'URS Altiva', centeio 'IPR 89', aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina), aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã), *B. ruziziensis*, nabo forrageiro 'IPR 116', milho 'BRS 1501' e aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa) obtiveram médias de densidade populacional variando de 102 a 9.

Neste ensaio, apenas o nabo forrageiro 'IPR 116', a *B. ruziziensis*, o trigo mourisco 'IPR 91 Baili' e o centeio 'IPR 89' foram considerados suscetíveis, de acordo com a metodologia proposta por Oostenbrink (1966). As demais plantas comportaram-se como resistentes (FR < 1) e a aveia branca 'URS Corona' foi considerada imune (FR = 0).

No ensaio *F* de *P. brachyurus*, observou-se maior densidade populacional para o nabo forrageiro 'IPR 116' (=422), centeio 'IPR 89' (=260) e aveia branca 'URS Altiva' (=175) (Tabela 4). Para as demais espécies de plantas essa média variou de 83 a 23. Sendo que para a aveia branca 'URS Corona' não se observaram nematoides. Ainda no ensaio *F*, foram consideradas plantas suscetíveis a *P. brachyurus* (FR ≥ 1) apenas o centeio 'IPR 89', a *B. ruziziensis* e o nabo forrageiro 'IPR 116'. As demais

apresentaram-se como resistentes sendo novamente a aveia branca 'URS Corona' considerada imune (FR = 0).

**Tabela 4. Densidade populacional e fator de reprodução (FR) de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes plantas de cobertura, após 80 dias de inoculação. (Ensaio E e F).**

Ensaio E (março a junho de 2020)			
Espécie	Densidade populacional	FR	Reação
Trigo mourisco 'IPR 91 Baili'	102 c	1,0 b	S
Milheto 'BRS 1501'	10 e	0,5 c	R
Soja 'BMX Potência RR' (Testemunha)	178 b	2,8 a	S
Aveia branca 'URS altiva'	83 d	0,5 c	R
Centeio 'IPR 89'	41 d	1,0 b	S
Nabo forrageiro 'IPR 116'	357 a	1,5 b	S
Aveia preta 'Embrapa 29' (garoa)	9 e	0,2 d	R
Aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã)	12 e	0,7 b	R
Aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina)	30 d	0,8 b	R
<i>Brachyaria ruziziensis</i>	12 e	1,4 b	S
Aveia branca 'URS corona'	0 e	0 d	I
CV (%)	37,90	29,02	
Ensaio F (setembro a dezembro de 2020)			
Espécie	Densidade populacional	FR	Reação
Trigo mourisco 'IPR 91 Baili'	83 c	0,4 b	R
Milheto 'BRS 1501'	23 c	0,8 b	R
Soja 'BMX Potência RR' (Testemunha)	254 b	1,8 a	S

Aveia branca 'URS altiva'	175 b	0,8 b	R
Centeio 'IPR 89'	260 b	1,1 b	S
Nabo forrageiro 'IPR 116'	422 a	1,0 b	S
Aveia preta 'Embrapa 29' (garoa)	54 c	0,6 b	R
Aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã)	28 c	0,8 b	R
Aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina)	40 c	0,6 b	R
<i>Brachyaria ruziziensis</i>	66 c	1,7 a	S
Aveia branca 'URS corona'	0 d	0 c	I
CV (%)	31,83	24,14	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Médias originais transformadas pela  $\sqrt{x+0,5}$  para análise estatística. CV= coeficiente de variação (%). FR=fator de reprodução. Segundo conceito de Oostenbrink (1966). S = suscetível, R = resistente e I = imune.

#### 1.4 DISCUSSÃO

Das espécies estudadas, a aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) apresentou-se como suscetível a *M. enterolobii* em ambos os experimentos. Apesar das diferenças observadas nos dois experimentos, o fato do tremoço-branco cv. Comum, trigo mourisco 'IPR 91 Baili', aveia branca 'URS Altiva' e aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã) terem apresentado  $FR \geq 1$  em pelo menos um ensaio, já mostra o potencial da espécie em multiplicar o fitonematoide. No entanto, trabalhos envolvendo a reação de aveia branca 'CD-118', 'CD-150', 'BRS-220', 'CD-104', 'BRS-Pardela', 'CD-108' e 'BRS Tangará' a *M. enterolobii* mostraram que a mesma foi considerada resistente e, portanto, dependendo da cultivar, pode ser recomendada para áreas infestadas com esse nematoide (BRIDA et al., 2018). Apesar de não informado a cultivar utilizada, o trigo mourisco também foi considerado suscetível a *M. enterolobii*, devendo ser evitado em áreas com ocorrência do nematoide (KHANAL e HARSHMAN, 2022), enquanto que trabalhos envolvendo a reação do tremoço-branco cv. Comum não estão disponíveis na literatura, sendo este, o primeiro relato de suscetibilidade desta planta a *M. enterolobii*.

Em ambos experimentos realizados com *M. incognita*, o trigo mourisco 'IPR 91 Baili', aveia branca 'URS Altiva', nabo forrageiro 'IPR 116', milheto 'BRS 1501', aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa), aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã) e a aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) foram consideradas suscetíveis. Algumas dessas plantas são citadas como hospedeiras deste nematoide, como o nabo forrageiro (cultivar não informada) (INOMOTO e ASMUS, 2009). Em experimento semelhante, foi avaliada a reação da aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã) e a aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) e as mesmas foram consideradas resistentes a *M. incognita* (GABRIEL et al., 2018). Para as cultivares de milheto '90', '1449', 'Takashi', 'ADR 300', 'ADR 500', '1449' o resultado de suscetibilidade a *M. incognita* não foi confirmado, pois a espécie foi citada como resistente (CARNEIRO et al., 2007), assim como para o milheto 'BRS 1501', não confirmando o resultado encontrado no presente trabalho (GABRIEL et al., 2018). A diferença observada entre esses e outros experimentos, mostram a importância do estudo contínuo de reação de espécies a nematoides, visto que podem variar em função da cultivar utilizada, ambiente e população de nematoide, especialmente para as cultivares de aveia, para as quais o fator de reprodução pode variar bastante.

Em pelo menos um ensaio, o tremoço-branco cv. Comum e o centeio 'IPR 89' apresentaram  $FR > 1$  para *M. incognita*, o que já é suficiente para demonstrar a suscetibilidade da espécie ao nematoide. Os trabalhos envolvendo a reação do tremoço-branco cv. Comum a *M. incognita* são escassos, no entanto o mesmo se comportou como suscetível a *M. javanica* (ASMUS e ANDRADE, 2001). Quanto ao centeio 'Wrens abruzzi', os trabalhos apontam o mesmo como resistente a *M. incognita* (TIMPER et al., 2003).

O centeio 'IPR 89' foi suscetível a *P. brachyurus* em ambos ensaios, assim como o trigo mourisco 'IPR 91 Baili', em pelo menos um sendo este, possivelmente o primeiro relato de suscetibilidade destas plantas a esta espécie de nematoide. O nabo forrageiro 'IPR 116' e a *B. ruziziensis* também foram suscetíveis a *P. brachyurus* em ambos experimentos realizados e, apesar de ser considerada uma planta suscetível, o nabo forrageiro também é considerado um hospedeiro desfavorável pois quando estudado em casa de vegetação apresentou  $FR=1,07$ , por outro lado, quando estudado em condições de campo, o mesmo reduziu significativamente o número de espécimes de *P. brachyurus* (CHIAMOLERA et al., 2012; VEDOVETO et al., 2013). Assim como no presente estudo, diversos trabalhos apontam a *B. ruziziensis* como suscetível a *P. brachyurus* (QUEIRÓZ et al., 2014; DEBIASI et al., 2016). Mas vale

destacar, que a reprodução deste nematoide na cultura do milho é muito maior quando comparada a reprodução na *B. ruzizensis* (QUEIRÓZ et al., 2014), assim, o uso desta espécie de planta associado a outras práticas de manejo em áreas constantemente monitoradas proporciona ganhos finais de produtividade significativos devido aos benefícios da planta ao sistema como por exemplo, maior acúmulo de matéria orgânica no solo (FAVORETO et al., 2019).

A maioria das plantas que se comportaram como suscetíveis aos nematoides das galhas (*M. enterolobii* e *M. incognita*) e das lesões radiculares (*P. brachyurus*) são amplamente utilizadas em rotação/sucessão e/ou mix de plantas de cobertura e apresentam alta aceitação por parte dos produtores em áreas agrícolas no período da entressafra. Com destaque para as gramíneas como a aveia branca e aveia preta e as leguminosas, nabo forrageiro e tremoço em razão dos múltiplos benefícios para os cultivos posteriores (SILVA et al., 2021). Desta forma, a suscetibilidade destas plantas a estes nematoides pode favorecer a reprodução e garantir a manutenção dos mesmos na área. Soma-se a isto, o fato de que o nabo forrageiro, aveia branca e aveia preta são também suscetíveis a *M. javanica*, outra espécie de nematoide de galha bastante disseminada nas áreas de grandes cultivos (INOMOTO e ASMUS, 2009; FREIRE et al., 2017).

O milho 'BRS 1501' e o nabo forrageiro 'IPR 116' foram plantas consideradas resistentes e/ou imunes a *M. enterolobii* em ambos experimentos. Apesar de não descrita as cultivares avaliadas, essas plantas também já foram relatadas como resistentes a este nematoide (ROSA et al., 2015). A *B. ruzizensis* foi resistente e/ou imune a *M. enterolobii* e *M. incognita* em ambos os experimentos, sendo este o primeiro relato de resistência desta planta a *M. enterolobii*. Para *M. incognita*, outros trabalhos apontam a redução da população do nematoide quando cultivado sob *B. ruzizensis* (CUNHA et al., 2015; ARAÚJO et al., 2023). Assim como a aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa), aveia preta 'Embrapa 140', aveia preta 'IPFA 99006', aveia preta 'comum' que também foram consideradas resistentes a *P. brachyurus* (BORGES et al., 2010). No presente trabalho, o milho 'BRS 1501' foi considerado resistente a *P. brachyurus* em ambos experimentos, porém, o mesmo já foi relatado como suscetível a este nematoide, com FR variando de 1,02 a 2,10 (INOMOTO et al., 2006; GABRIEL et al., 2018). A aveia branca 'URS Corona' foi a única espécie de planta considerada imune/resistente para todas as espécies de nematoides estudadas, sendo este, possivelmente, o primeiro relato de reação desta planta a nematoides.

## 1.5 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi desenvolvido, o tremoço-branco cv. Comum, trigo mourisco 'IPR 91 Baili', aveia branca 'URS Altiva', aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã) e a aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) são suscetíveis a *M. enterolobii*. Milheto 'BRS 1501', centeio 'IPR 89', nabo forrageiro 'IPR 116', aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa), *B. ruziziensis* e aveia branca 'URS Corona' são considerados resistentes ou imunes.

Para *M. incognita*, a aveia branca 'URS altiva', aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã), aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina), tremoço-branco cv. Comum, trigo mourisco 'IPR 91 Baili', nabo forrageiro 'IPR 116', aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa), centeio 'IPR 89' e o milheto 'BRS 1501' são consideradas suscetíveis  $FR \geq 1$  enquanto a, *B. ruziziensis* e a aveia branca 'URS Corona' apresentaram-se como resistentes/imunes.

Para *P. brachyurus*, são consideradas plantas suscetíveis: centeio 'IPR 89', a *B. ruziziensis*, nabo forrageiro 'IPR 116' e o trigo mourisco 'IPR 91 Baili'. Resistência ou imunidade ao nematoide foram observados para a aveia branca 'URS Altiva', aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã), aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina), milheto 'BRS 1501', centeio 'IPR 89', aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa), e a aveia branca 'URS Corona'.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. G.; TEIXEIRA, S. J. C.; DE SOUZA, J. C. ARIEIRA, C. R. D. Cover crops and biocontrol agents in the management of nematodes in soybean crop. **Revista Caatinga**, v. 36, p. 243-250, 2023.

ASMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. Reprodução do nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica*) em algumas plantas alternativas para uso em sucessão à cultura da soja. **Comunicado Técnico**, 37. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, 2001.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. AgroEstat - **Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal: Unesp, 2015.

BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, p. 553, 1981.

BORGES, D.C.; MACHADO, A.C.Z.; INOMOTO, M.M. Reação de aveias a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, DF, v.35, p.178-181, 2010.

BRIDA, A. L.; CASTRO, B. M. D.C. E.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; WILCKEN, S. R. S. Oat, wheat and sorghum cultivars for the management of *Meloidogyne enterolobii*. **Nematology**, v. 20, p. 169–173, 2018.

CARNEIRO, R. G.; MORITZ, M. P.; MÔNACO, M. P. A.; NAKAMURA, K. C.; SCHERER, A. Reação de milho, sorgo de milheto a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e a *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 67-71, 2007.

CASTRO, J. M. da C. e. *Meloidogyne enterolobii* e sua evolução nos cultivos brasileiros. **Informe Agropecuário**, v. 40, p.41-48, 2019.

CHIAMOLERA, F. M.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; SOUTO, E. R.; CUNHA, T. P. L.; SANTANA, S. M.; PUERARI, H. H. Susceptibilidade de cultura de inverno a *Pratylenchus brachyurus* e atividade sobre a população do nematoide na cultura do milho. **Nematropica**, v. 42, p. 267-275, 2012.

CRUZ, T. T.; ASMUS, G. L.; GARCIA, R. A. Espécies de *Crotalaria* em sucessão à soja para o manejo de *Pratylenchus brachyurus*. **Ciência Rural**, v. 50, 2020.

CUNHA, T. P. L.; MINGOTTE, F. L. C. CHIAMOLERA, F. M.; CARMEIS FILHO, A. D. A.; SOARES, P. L. M.; LEMOS, L. B. VENDRAMINI, A. R. Occurrence of nematodes and yield of common bean and maize as a function of cropping systems under no-tillage. **Nematropica**, v. 45, p. 34-42, 2015.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; DIAS, W.P.; RAMOS JUNIOR, E.U.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.10, p.1720-1728, 2016.

FAVORETO, L.; MEYER, M. C.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; MACHADO, A. C. Z.; SANTIAGO, D. C.; RIBEIRO, N. R. Diagnose e manejo de fitonematoides na cultura da soja. **Informe Agropecuário**, v.40, p.18-29, 2019.

FREIRE, E. S.; PEDROSO, A.L.; TERRA, W.C.; SILVA, J. C. P.; MARASCA, I.; CAMPOS, V. P. Manejo de fitonematoides no sistema de plantio direto. In: FLÁVIO HENRIQUE VASCONCELOS MEDEIROS. (Org.). **Novos Sistemas de Produção**, v.1, p. 111-127, 2017.

GABRIEL, M.; KULCZYNSKI, S. M.; BELLE, C.; KIRSCH, V. G.; CALDERANBISOGNIN, A. Reação de gramíneas forrageiras a *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematropica**, v. 48, 2018.

GARDIANO, C. G.; KRZYZANOWSKI, A. A.; SANTIAGO D. C.; ABI-SAAB, E O. J. G. Avaliação de genótipos de aveia ao parasitismo de *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raça 3. **Nematropica**, v. 42, p. 80-83, 2012.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A, M, R.; GODOY, C, V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças da soja**. Londrina: Embrapa Soja (Embrapa Soja Documento 256), 2014.

INOMOTO, M. M. & ASMUS, G. L. Culturas de cobertura e de rotação devem ser plantas não hospedeiras de nematóides. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.6, p. 112-116, 2009.

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

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

KHANAL, C. & HARSHMAN, D. Evaluation of summer cover crops for host suitability of *Meloidogyne enterolobii*. **Crop protection**, v. 151, p. 105-112, 2022.

MACHADO, A. C. Z.; SILVA, S. A.; DORIGO, O. F.; RIEDE, C. R.; GARBUGLIO, D. D. Phenotypic variability and response of Brazilian oat genotypes to different species of root

knot and lesion nematodes. **European Journal Plant Pathology**, v. 141, p. 111–117, 2015.

MARINI, P. M.; GARBUGLIO, D. D.; DORIGO, O. F.; MACHADO, A. C. Z. Histological characterization of resistance to *Meloidogyne incognita* in *Avena sativa*. **Tropical Plant Pathology**, v. 41, p. 203–209, 2016.

MELO, A. S.; SILVA, E. J.; TARINI, G.; PONTALTI, P. R. B.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Reação de trigo mourisco a *Meloidogyne javanica*. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 15 35, Bento Gonçalves, 2018. **Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Nematologia**, Bento Gonçalves: SBN, 2018.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen LandbouhogeSchool**, Wageningen, v. 66, p. 3-46, 1966.

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

RIEDE, C. R.; GARBUGLIO, D. D.; MACHADO, A. C. Z.; PÓLA, J. N.; CARVALHAL, R.; ARRUDA, K. M. A. IPR AFRODITE – new oat cultivar with nematode resistance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 15, p. 278-281, 2014.

ROSA, J. M. O.; WESTERICH, J. N.; WILCKEN, S. R. S. *Meloidogyne javanica* reproduction on vegetable crops and plants used as green manure. **Tropical Plant Pathology**, v.38, n. 2, p.133–141, 2013.

ROSA, J.M.O.; WESTERICH, J.N.; WILCKEN, S.R.S. Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em olerícolas e plantas utilizadas na adubação verde. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.46, n.4, p.826- 835, 2015.

SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; FRASCA, L. L. M.; REZENDE, C. C.; FERREIRA, E. A. S.; DE FILIPPI, M. C. C.; LACERDA, M. B. Plantas de cobertura isolada e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Research, Society and Development**, v.10, n.12, 2021.

TIMPER, P., R. F. DAVIS, AND P. G. TILLMAN. Reproduction of *Meloidogyne incognita* on winter cover crops used in cotton production. **Journal of Nematology**, v. 35, p. 367, 2003.

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

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; BALIN, N. M.; CANDIOTTO, G.; GARMUS, T. G. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, 374-382, 2015.

## CAPÍTULO 2

### MANEJO DE *Meloidogyne javanica* UTILIZANDO MIX DE PLANTAS DE COBERTURA ASSOCIADOS A NEMATICIDAS NA SOJA

#### RESUMO

No Brasil, os fitonematoides constituem-se um dos principais problemas que acometem a cultura da soja e a associação de métodos de manejo é a melhor estratégia para convivermos com esses patógenos. O mix de plantas de cobertura e o uso de nematicidas biológicos e químicos constituem-se ferramentas eficientes de manejar nematoides parasitas de plantas, mas pouco se sabe sobre seus usos combinados e a sua influência na comunidade microbiana do solo. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi selecionar mix de plantas de cobertura resistentes a *M. javanica*, associar os mesmos ao manejo biológico e químico e avaliar a atividade das enzimas beta-glicosidase e fosfatase ácida em solos autoclavados e não autoclavados. No experimento I, dois ensaios (A e B) foram conduzidos em casa-de-vegetação em delineamento inteiramente casualizado, com 05 repetições, usando a soja 'BMX Potência RR' como testemunha. As plantas foram inoculadas com 2.000 ovos e eventuais juvenis de *M. javanica* e avaliadas quanto ao fator de reprodução (FR) após 60 dias de inoculação. No experimento II, ensaios (C e D) foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 12, sendo dois tipos de solo (autoclavado e não autoclavado) com 12 tratamentos e 06 repetições. Para simular uma condição de campo, a soja 'BMX Potência RR' foi inoculada com uma população de 2.000 ovos e eventuais juvenis de *M. javanica* e mantida em casa-de-vegetação por 75 dias. A partir dos resultados do experimento I, foram selecionados dois mixes de culturas, um resistente e outro suscetível a *M. javanica* associados ou não a NemaControl, Nemat, Rizotec e Avicta 500 FS® e cultivados por um período de 60 dias. Após este período, a soja foi semeada novamente e decorridos 55 dias, foram avaliados os parâmetros nematológicos, vegetativos e atividade enzimática do solo. O trigo mourisco 'IPR 91 Baili', tremoço-branco cv. comum, aveia branca 'URS Altiva', centeio 'IPR 89', nabo forrageiro 'IPR 116', milheto 'BRS 1501', aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa) foram suscetíveis (FR > 1) a *M. javanica* em ambos experimentos e constituíram o mix suscetível. A *Brachiaria ruziziensis* e a aveia branca 'URS Corona' foram considerados resistentes (FR < 1) e/ou imunes (FR=0) e constituíram o mix resistente. De forma geral, o mix resistente foi eficiente no manejo

de *M. javanica*, mas não diferiu estatisticamente quando associado ou não a produtos biológicos/químicos. O mix suscetível associado ou não com produtos biológicos/químicos não garantiu melhores resultados de manejo. A atividade das enzimas fosfatase ácida e beta-glicosidase foi maior no solo não autoclavado, mas não podemos afirmar que tal resultado influenciou no menor número de nematoides e na maior produtividade da soja.

**Palavras-chave:** controle biológico; controle químico; nematoide-das-galhas; adubação verde; atividade enzimática do solo.

## ABSTRACT

In Brazil, plant-parasitic nematodes are one of the main problems affecting soybean crops, and the combination of management methods is the best strategy to deal with these pathogens. Mixes of cover crops and the use of biological and chemical nematicides are efficient tools to manage plant-parasitic nematodes, but little is known about their combined use and their influence on the soil microbial community. Therefore, the objective of the study was to select cover crop mixes resistant to *M. javanica*, associate them with biological and chemical management, and evaluate the activity of beta-glicosidase and acid phosphatase enzymes in autoclaved and non-autoclaved soils. In experiment I, two trials (A and B) were conducted in a greenhouse in a completely randomized design with 05 replications, using soybean variety 'BMX Potência RR' as a control. The plants were inoculated with 2,000 eggs and eventual juveniles of *M. javanica* and evaluated for the reproduction factor (RF) after 60 days of inoculation. In experiment II, trials (C and D) were conducted in a completely randomized design, in a 2 x 12 factorial scheme, with two types of soil (autoclaved and non-autoclaved) with 12 treatments and 06 repetitions. To simulate a field condition, soybean 'BMX Potência RR' was inoculated with a population of 2,000 eggs and eventual juveniles of *M. javanica* and maintained in a greenhouse for 75 days. Based on the results of experiment I, two cover crop mixtures, one resistant and one susceptible to *M. javanica*, were selected and associated or not with NemaControl, Nemat, Rizotec and Avicta 500 FS<sup>®</sup> and cultivated for a period of 60 days. After this period, soybeans were sown again and after 55 days, nematological, vegetative and soil enzymatic activity parameters were evaluated. The buckwheat 'IPR 91 Baili', common white lupine, white oat 'URS Altiva', rye 'IPR 89', forage turnip 'IPR 116', pearl millet 'BRS 1501', and black oat 'Embrapa 29' (Garoa) were susceptible (FR>1) to *M. javanica* in both experiments and constituted the susceptible mix. *Brachiaria ruziziensis* and white oat 'URS Corona' were considered resistant (FR<1) and/or immune (FR=0) and constituted the resistant mix. In general, the resistant mix was efficient in managing *M. javanica* but did not differ statistically when associated or not with biological/chemical products. The susceptible mix associated or not with biological/chemical products did not guarantee better management results. The activity of the acid phosphatase and beta-glicosidase enzymes was higher in non-autoclaved

soil, but we cannot state that this result influenced the lower number of nematodes and higher soybean productivity.

**Key-words:** biological control; chemical control; root-knot nematode; green manure; soil enzymatic activity.

## 2.1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), com produção média de 151,42 milhões de toneladas, sendo considerada a principal commodity agrícola para a economia do país (CONAB, 2023). O progressivo aumento de produtividade nacional da soja está relacionado a fatores como época de plantio, espaçamento, fotoperíodo e disponibilidade de nutrientes. Entre os principais fatores limitantes à produção se destacam os fitopatógenos, os quais podem causar perdas de 15 a 20% da produção, dependendo da intensidade das doenças (GODOY et al., 2016). Os nematoides parasitas de plantas são considerados um dos principais causadores de problemas fitossanitários que limitam o rendimento da cultura da soja. Na agricultura, o nematoide-das-galhas (*Meloidogyne*) é considerado o gênero com maior importância econômica (KIRSCH, et al., 2016), estando *Meloidogyne javanica* entre as principais espécies associadas à redução da produção de soja no país (HENNING et al., 2014).

O manejo de nematoides requer a adoção de diferentes práticas que contribuam para a diminuição dos níveis populacionais do patógeno no solo para que não ocorram danos à lavoura. Entre as práticas adotadas, a rotação de culturas merece destaque, visto que ela é responsável por causar uma quebra no aumento da população causado pelo monocultivo (FERRAZ; BROWN, 2016). O uso de plantas antagonistas ou não hospedeiras pode diminuir a população de nematoides, além de servir como adubação verde, melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo e proporcionando um ambiente adequado para o desenvolvimento e multiplicação de microrganismos que contribuem com a atividade enzimática do solo (TABATABAI 1994; EVANGELISTA, et al., 2012; GABRIEL et al., 2018).

As plantas de cobertura depositam uma quantidade considerável de matéria orgânica no solo que podem influenciar diretamente na comunidade microbiana responsável por secretar a enzima beta-glicosidase (YANG et al., 2019). Quantidades elevadas de matéria orgânica no solo podem ainda inserir diferentes fontes de carbono no sistema que podem proporcionar estabilização de comunidades microbianas que secretam a enzima fosfatase ácida (BHAT et al., 2017).

O mix de culturas constitui-se do uso de diferentes espécies de plantas associadas, as quais apresentam inúmeras vantagens em relação ao cultivo solteiro. Entre as plantas mais utilizadas e estudadas para o uso em mix de culturas, destacam-

se a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), aveia branca (*A. sativa* L.), milho (*Pennisetum glaucum* L.), centeio (*Secale cereale* L.), braquiária (*Brachiaria* spp.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench) e tremoço (*Lupinus albus* L.), as quais apresentam inúmeras vantagens relacionadas a melhorias dos atributos (físicos, químicos e biológicos) do solo e potencial para manejo de nematoides. Por outro lado, estudos mais aprofundados a respeito das cultivares utilizadas e sua reação a *M. javanica* são incipientes (CHIAMOLERA et al., 2012; GARDIANO et al., 2012; ROSA et al., 2013; RIEDE et al., 2014; MACHADO et al., 2015; MARINI et al., 2016; SILVA et al., 2021).

O manejo químico via tratamento de sementes ou sulco de plantio apresenta-se como um método eficiente no manejo de nematoides (FERNANDES et al., 2020). Diferentes moléculas já foram estudadas e apresentam resultados promissores, com destaque para a abamectina no manejo de nematoides em soja (BORTOLINI et al., 2013). Embora o manejo químico seja bem estabelecido e utilizado no controle de nematoides, os nematicidas químicos podem apresentar efeito residual relativamente curto (KALIL; DARWEST, 2019). Nesse contexto, o manejo biológico é hoje uma das ferramentas mais utilizadas em áreas agrícolas devido ao maior residual, além de ser ambientalmente correto e menos agressivo à saúde humana (OLIVEIRA et al., 2019). Diferentes agentes biológicos já foram estudados e estão disponíveis no mercado, com destaque para as bactérias do gênero *Bacillus* spp. (FERREIRA et al., 2017) e os fungos *Pochonia chlamydosporia* (ALVES et al., 2022) e *Paecilomyces lilacinus* (GIANNAKOU et al., 2019).

Dessa forma, entender a reação de plantas utilizadas em mix de culturas e sua combinação com agentes biológicos e químicos em solos com maior ou menor atividade microbiana é de grande importância quando se trata de manejo de nematoides visando diminuir populações em áreas agrícolas. Nossa hipótese é que solos não autoclavados tenham a maior atividade de enzimas, possibilitem a menor multiplicação dos nematoides e, conseqüentemente, o maior desenvolvimento de plantas em função do alto nível de microrganismos quando comparado a solos autoclavados. Assim, os objetivos do presente trabalho foram (i) selecionar mix de plantas de cobertura resistente a *M. javanica*, (ii) associar os mixes selecionados ao manejo biológico e químico em solos autoclavados e não autoclavados e (iii) avaliar a atividade das enzimas beta-glicosidase e fosfatase ácida em cada tratamento.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Procedimentos experimentais gerais

Os experimentos foram realizados em casa-de-vegetação, na Universidade Estadual de São Paulo (UNESP) em Botucatu (22°50'48"S, 48°26'06"W, altitude 817,74 m), São Paulo, Brasil, nos anos de 2020 e 2021. O inóculo de *M. javanica* foi obtido a partir de populações puras, mantidas em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.) 'Santa Clara', soja '95R95 IPRO' e quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* Moench) 'Santa Cruz'. Os nematoides foram extraídos segundo o método de Hussey e Barker, adaptado por Boneti; Ferraz (1981), sendo calibrado em câmara de Peters sob microscópio óptico, para 2.000 ovos + J2 mL<sup>-1</sup>.

### 2.2.2 Reação de plantas utilizadas em mix de plantas de cobertura a *Meloidogyne javanica*

O experimento I foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições, totalizando 60 unidades experimentais, constituídas por vasos de 500 cm<sup>3</sup>, contendo substrato composto por mistura de areia e solo, na proporção 2:1, desinfestado por autoclavagem, a 120 °C por 2 h. A reação de 11 espécies de plantas utilizadas em mix de culturas (Tabela 1) a *M. javanica* foi avaliada. Cada ensaio foi conduzido em duas épocas distintas. O primeiro ensaio (ensaio A) foi conduzido de janeiro a março de 2020, e o segundo ensaio (ensaio B) de setembro a novembro de 2020.

**Tabela 1. Espécies de plantas avaliadas nos ensaios.**

Nome Comum	Nome Científico	Família
Soja 'BMX Potência RR' (testemunha)	<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	Fabaceae
Aveia branca 'URS Altiva'	<i>Avena sativa</i> L.	Poaceae
Aveia branca 'URS Corona'	<i>Avena sativa</i> L.	Poaceae
Centeio 'IPR 89'	<i>Secale cereale</i> L.	Poaceae
Nabo forrageiro 'IPR 116'	<i>Raphanus sativus</i> L.	Brassicaceae
Aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa)	<i>Avena strigosa</i> Schreb.	Poaceae

Aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina)	<i>Avena strigosa</i> Schreb.	Poaceae
Aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã)	<i>Avena strigosa</i> Schreb.	Poaceae
Tremoço-branco cv. comum	<i>Lupinus albus</i> L.	Fabaceae
Milheto 'BRS 1501'	<i>Pennisetum glaucum</i> L.	Poaceae
Trigo mourisco 'IPR 91 Baili'	<i>Triticum aestivum</i> L.	Polygonaceae
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	<i>Brachiaria ruziziensis</i>	Poaceae

---

Dez sementes de aveia (branca e preta), centeio, braquiária e milho, cinco sementes de nabo forrageiro e trigo mourisco, e duas sementes de tremoço foram semeadas por vaso. O desbaste foi realizado após 10 dias de germinação, mantendo-se 7 plantas de aveia, centeio, braquiária e milho por vaso, e uma planta das demais espécies. Os vasos tinham capacidade para 500 cm<sup>3</sup> de substrato. O substrato consistiu da mistura de areia e solo, na proporção 2:1, desinfestado por autoclavagem, a 120 °C por 2 h. As plantas foram inoculadas no dia seguinte, com suspensão de 2.000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) em dois orifícios de aproximadamente 2 cm de profundidade, abertos no solo ao redor das plantas. Plantas de soja 'BMX Potência RR' foram utilizadas como testemunha da viabilidade dos inóculos.

As plantas permaneceram em casa de vegetação por 60 dias sendo irrigadas diariamente conforme a necessidade. Após esse período, as raízes de cada planta foram separadas da parte aérea, lavadas para a eliminação do excesso de solo, colocadas sobre papel absorvente para retirada do excesso de água e pesadas, sendo então obtida a massa fresca de raiz. As raízes foram submetidas ao método de extração de nematoides Hussey e Barker, adaptado por Boneti; Ferraz (1981), posteriormente, foi feita a quantificação dos ovos e J2 (nematóide total = população final) em câmara de Peters sob microscópio óptico. O total de nematoides foi dividido pela massa de raiz, obtendo-se o número de nematoides por grama de raiz (densidade populacional). O fator de reprodução (FR) foi calculado de acordo com a fórmula  $FR = \text{população final} / \text{população inicial}$ , sendo classificadas as espécies vegetais como imunes ( $FR = 0$ ), resistentes ( $FR < 1$ ) ou suscetíveis ( $FR \geq 1$ ) (OOSTENBRINK, 1966).

### 2.2.3 Manejo de *M. javanica* associando controle biológico e químico com mix de plantas de cobertura na soja

O experimento II foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 12, sendo dois tipos de solo (autoclavado e não autoclavado) com 12 tratamentos e seis repetições, totalizando 144 unidades experimentais. O experimento foi conduzido no período de fevereiro de 2020 a outubro de 2020 (ensaio C) e repetido de outubro a maio de 2021 (ensaio D).

Com o objetivo de simular uma condição de campo, em que os nematoides estão presentes no solo e em raízes remanescentes, inicialmente foi feita a multiplicação do nematoide nas unidades experimentais. Para isto, plântulas de soja 'BMX Potência RR' foram produzidas em bandejas com substrato comercial BioPlant® e, transplantadas para vasos contendo 5.000 cm<sup>3</sup> de solo 15 dias após a germinação. O solo utilizado, classificado como argiloso (117g.kg<sup>-1</sup> de areia, 564g.kg<sup>-1</sup> de argila e 319g.kg<sup>-1</sup> de silte) foi coletado em Botucatu na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ciências Agrônômicas, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Campus de Botucatu (22°48'25"S 48°25'41"W, altitude 754m), São Paulo, Brasil, cultivada com soja e milho em sistema plantio direto. Uma parte do solo foi mantida em sua condição natural e outra parte foi autoclavada a 120 °C por 2 horas. Após três dias do transplante, as plântulas foram inoculadas com uma população de aproximadamente 2.000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio de *M. javanica*, depositados em dois orifícios de 2 cm de profundidade abertos no solo ao redor da planta, os quais foram fechados após a inoculação.

Após 75 dias da inoculação, a parte aérea das plantas foi eliminada e o solo levemente revolvido para receber a semeadura dos seguintes tratamentos: T1: Mix suscetível: (aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa) 5 kg ha<sup>-1</sup>, centeio 'IPR 89' 5 kg ha<sup>-1</sup>, aveia branca 'URS Altiva', 10 kg ha<sup>-1</sup>, milheto 'BRS 1501' 15 kg ha<sup>-1</sup>, trigo mourisco 'IPR 91 Baili' 10 kg ha<sup>-1</sup>, nabo forrageiro 'IPR 116' 1 kg ha<sup>-1</sup> e tremoço-branco cv. Comum 10 kg ha<sup>-1</sup>); T2: Mix resistente: (aveia branca 'URS Corona' 50 kg ha<sup>-1</sup> e *B. ruziziensis*, 10kg ha<sup>-1</sup>); T3: Mix suscetível + NemaControl; T4: Mix suscetível + Nemat; T5: Mix suscetível + Rizotec; T6: Mix suscetível + Avicta 500 FS®; ); T7: Mix resistente + NemaControl; T8: Mix resistente + Nemat; T9: Mix resistente + Rizotec; T10: Mix

resistente + Avicta 500 FS®; T11: Testemunha inoculada (Soja 'BMX Potência RR'); T12: Testemunha não inoculada (Soja 'BMX Potência RR').

**Quadro 1.** Relação dos nematicidas utilizados nos tratamentos.

Tratamento	Ingrediente ativo	Dose p.c. (100kg/ha)*
NemaControl	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , isolado SIMBI BS 10	300ml 100kg/semente
Nemat	<i>Paecilomyces lilacinum</i> , Isolado Uel Pae 10	0,1kg 100kg/semente
Rizotec	<i>Pochonia chlamydosporia</i> , cepa Pc 10	3kg/ha volume de calda 400 L/ha
Avicta 500 FS®	Abamectina	125ml 100kg/semente

\*Dose p.c. (kg/ha): dose utilizada do produto comercial (p.c.) por 100 quilogramas de sementes ou hectare.

As plantas permaneceram em casa de vegetação por 60 dias, sendo irrigadas diariamente conforme a necessidade. Após este período, a soja 'BMX Potência RR' foi semeada novamente. Decorridos 55 dias após a germinação, as plantas foram coletadas e o sistema radicular foi separado da parte aérea.

Para as avaliações nematológicas, as raízes foram cuidadosamente lavadas e colocadas sobre papel absorvente para eliminação do excesso de água. Em seguida, foi determinada a massa fresca de raiz. Estas foram submetidas aos métodos de extração Hussey e Barker, adaptado por Boneti; Ferraz (1981), posteriormente, o número total de nematoides por sistema radicular foi avaliado utilizando câmara de Peters sob microscópio óptico. O valor obtido foi dividido pela massa da raiz, obtendo-se o número de nematoides por grama de raiz (densidade populacional). Na parte aérea das plantas, a altura total foi determinada utilizando régua milimetrada. A massa seca da parte aérea foi obtida após secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir o peso constante. O número total de vagens foi contabilizado.

A atividade microbiana do solo foi determinada 53 dias após o cultivo dos mixes de culturas (avaliação 1) e do último cultivo da soja (avaliação 2) por meio da análise da atividade das enzimas beta-glicosidase e fosfatase ácida. As atividades da beta-glicosidase e fosfatase ácida foram determinadas de acordo com os métodos de Tabatabai (1994). Brevemente, 1 g de solo fresco foi adicionado a tubos de ensaio de

10 mL, nos quais foram adicionados 2 mL da solução tampão MUB (pH 6 para beta-glicosidase e pH 5 para fosfatase ácida). As soluções contendo solo e tampão foram agitadas e incubadas a 37° C por 1 hora com solução tampão de p-nitrofenol 0.05M (p-nitrofenil- $\beta$ -D-glicopiranosídeo para beta-glicosidase e p-nitrofenil fosfato para fosfatase ácida). A determinação da atividade das enzimas foi estimada com base na determinação de cor (400 nm) liberada pelo p-nitrofenol.

#### 2.2.4 Análises estatísticas

No experimento I, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software o software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015). A normalidade e homogeneidade de variância dos dados foram checadas usando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Para atender os pressupostos de normalidade, os dados foram transformados por  $\sqrt{(x+0,5)}$ .

No experimento II, os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e, no caso de significância, foi feito o desdobramento dos tratamentos e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o programa AgroEstat. A normalidade e homogeneidade de variância dos dados foram checadas. Para atender os pressupostos de normalidade, os dados foram transformados por  $\sqrt{(x+0,5)}$ .

### 2.3 RESULTADOS

#### 2.3.1 Experimento I: Reação de plantas utilizadas em mixes de plantas de cobertura a *Meloidogyne javanica*

A densidade populacional e o fator de reprodução (FR) nos ensaios A e B apresentaram diferenças significativas em função das diferentes plantas de cobertura avaliadas. No ensaio A, houve maior densidade populacional nas espécies tremoço-branco cv. Comum (16.353), trigo mourisco 'IPR 91 Baili' (13.350) e nabo forrageiro 'IPR 116' (13.776). A densidade populacional presente na *B. ruzizensis* (60) foi semelhante à encontrada nas raízes das plantas de aveia branca 'URS Corona'. As espécies, milheto 'BRS 1501' (1.002), aveia branca 'URS Altiva' (6.135), centeio 'IPR 89' (1.755), aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa) (1.741), aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã)

(886) e aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) (1.458) apresentaram densidade populacional diferente das que apresentaram maior e menor número de nematoides por grama de raiz (Tabela 3).

Quando foi verificado o fator de reprodução, a aveia branca 'URS Corona' apresentou FR igual a zero, sendo considerada imune à *M. javanica*. De forma semelhante, a *B. ruziziensis*, que apresentou FR = 0,3, sendo considerada resistente. As plantas de tremoço-branco cv. Comum (FR = 35,3) e trigo mourisco 'IPR 91 Baili' (FR = 19,5) apresentaram os maiores valores FR, sendo consideradas suscetíveis a *M. javanica*, assim como o milho 'BRS 1501' (FR = 4,4), aveia branca 'URS Altiva' (FR = 3,9), centeio 'IPR 89' (FR = 2,03), nabo forrageiro 'IPR 116' (FR = 2,2), aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa) (FR = 4,0), aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã) (FR = 4,0) e aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) (FR = 3,6), apresentaram FR menor 19,5, porém, também suscetível ao nematoide (Tabela 2).

**Tabela 2. Número de nematoides g<sup>-1</sup> de raiz (densidade populacional) e fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne javanica* em diferentes plantas de cobertura, após 60 dias de inoculação. (Ensaio A e B).**

Ensaio A (janeiro a março de 2020)			
Espécie	Densidade Populacional	FR	Reação
Tremoço-branco cv. comum	16.353 a	35,3 a	S
Trigo mourisco 'IPR 91 Baili'	13.350 a	19,5 b	S
Milho 'BRS 1501'	1.002 c	4,4 c	S
Soja 'BMX Potência RR' (Testemunha)	976 c	3,5 c	S
Aveia branca 'URS altiva'	6.135 b	3,9 c	S
Centeio 'IPR 89'	1.755 c	2,3 c	S
Nabo forrageiro 'IPR 116'	13.776 a	2,2 c	S
Aveia preta 'Embrapa 29' (garoa)	1.741 c	4,0 c	S
Aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã)	886 c	4,0 c	S
Aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina)	1.458 c	3,6 c	S

<i>Brachiaria ruziziensis</i>	60 d	0,3 d	R
Aveia branca 'URS corona'	0 d	0,0 d	I
CV (%)	36,6	19,3	

**Ensaio B (setembro a novembro de 2020)**

<b>Espécie</b>	<b>Densidade Populacional</b>	<b>FR</b>	<b>Reação</b>
Tremoço-branco cv. comum	11.243 a	41,0 a	S
Trigo mourisco 'IPR 91 Baili'	23.446 a	19,6 b	S
Milheto 'BRS 1501'	1.651 b	3,0 c	S
Soja 'BMX Potência RR' (Testemunha)	4.231 b	9,7 c	S
Aveia branca 'URS altiva'	16.538 a	19,3 b	S
Centeio 'IPR 89'	2.236 b	4,8 c	S
Nabo forrageiro 'IPR 116'	17.490 a	6,1 c	S
Aveia preta 'Embrapa 29' (garoa)	1.135 b	3,1 c	S
Aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã)	2.256 b	7,3 c	S
Aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina)	4.593 b	8,4 c	S
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	42 c	0,1 d	R
Aveia branca 'URS corona'	0 c	0,0 d	I
CV (%)	48,86	41,86	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Médias originais transformadas pela  $\sqrt{x+0,5}$  para análise estatística. CV= coeficiente de variação (%). FR=fator de reprodução. Segundo conceito de Oostenbrink (1966). S = suscetível, R = resistente e I = imune.

De modo geral, o ensaio B teve comportamento semelhante ao ensaio A. As espécies tremoço-branco cv. Comum (11.243), trigo mourisco 'IPR 91 Baili' (23.446), aveia branca 'URS Altiva' (16.538) e nabo forrageiro 'IPR 116' (17.490) apresentaram maior densidade populacional. A aveia branca 'URS Corona' e a *B. ruziziensis* apresentaram menor densidade populacional (0) e (42) respectivamente. O restante

das espécies estudadas apresentou densidade populacional intermediária, sendo 1.651 para o milho 'BRS 1501', 2.236 para o centeio 'IPR 89', 1.135 para a aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa), 2.256 para a aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã) e 4.593 para a aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) (Tabela 2).

Quando se observou o parâmetro FR, a aveia branca 'URS Corona' foi novamente considerada imune (FR=0) a *M. javanica* e a *B. ruziziensis* resistente (FR = 01), enquanto o maior FR foi verificado no tremoço-branco cv. Comum (FR=41,0). Todas as demais espécies de plantas foram consideradas suscetíveis a *M. javanica*. Trigo mourisco 'IPR 91 Baili' (FR = 19,6), milho 'BRS 1501' (FR = 3,0), aveia branca 'URS Altiva' (FR = 19,3), centeio 'IPR 89' (FR = 4,8), nabo forrageiro 'IPR 116' (FR = 6,1), aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa) (FR = 3,1), aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã) (FR = 7,3) e aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) (FR = 8,4) (Tabela 2).

### 2.3.2 Experimento II: Manejo de *M. javanica* associando controle biológico e químico com mix de plantas de cobertura na soja

Não houve interação entre os fatores solos e tratamentos para o número total de nematoides e densidade populacional em nenhum dos ensaios do experimento II. Quando se observou os fatores isolados, para o fator solos houve diferença significativa apenas no ensaio D para o número total de nematoides (NT) e densidade populacional. Já para o fator tratamentos, houve diferença significativa para NT e densidade populacional em ambos os ensaios C e D.

Observou-se maior NT e densidade populacional no solo autoclavado no ensaio D (Tabela 3).

**Tabela 3. Número total de nematoides (NT) e densidade populacional em plantas de soja submetidas a solo autoclavado e não autoclavado, infestado com *M. javanica* 55 dias após a emergência das plantas no ensaio D.**

Solo	NT	Densidade Populacional
Autoclavado	144.571 a	40.528 a
Não autoclavado	44.880 b	9.905 b
CV (%)	42,0	41,99

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação (%).

O número total de nematoides apresentou médias semelhantes em ambos os ensaios, *C* e *D*. As maiores médias de NT foram observadas nos tratamentos Mix suscetível (143.572 Ensaio *C*; 124.185 Ensaio *D*), Mix suscetível + NemaControl (127.628 Ensaio *C*; 164.670 Ensaio *D*), Mix suscetível + Nemat (136.548 Ensaio *C*; 150.365 Ensaio *D*), Mix suscetível + Rizotec (134.850 Ensaio *C*; 159.420 Ensaio *D*), Mix suscetível + Avicta 500 FS® (109.425 Ensaio *C*; 163.935 Ensaio *D*) e Testemunha inoculada (139.394 Ensaio *C*; 154.480 Ensaio *D*). Os tratamentos Mix resistente (26.857 Ensaio *C*; 13.641 Ensaio *D*), Mix resistente + NemaControl (35.047 Ensaio *C*; 27.206 Ensaio *D*), Mix resistente + Nemat (22.422 Ensaio *C*; 45.405 Ensaio *D*), Mix resistente + Rizotec (25.186 Ensaio *C*; 30.517 Ensaio *D*) e Mix resistente + Avicta 500 FS® (31.717 Ensaio *C*; 8.161 Ensaio *D*) apresentaram menor número total de nematoides (Tabela 4).

Em contrapartida, a densidade populacional apresentou comportamento diferente em cada ensaio. No ensaio *C*, observou-se maior densidade populacional nos tratamentos Mix suscetível + NemaControl (19.478) e testemunha inoculada (17.784) e os menores nos tratamentos Mix resistente (1.552), Mix resistente + NemaControl (3.214) Mix resistente + Nemat (1.631), Mix resistente + Rizotec (1.794) e Mix resistente + Avicta 500 FS® (1.789) quando comparados ao tratamento com Mix suscetível (11.776), Mix suscetível + Nemat (12.670), Mix suscetível + Rizotec (10.864) e Mix suscetível + Avicta 500 FS® (7.608). Quando o ensaio *D* foi avaliado, observou-se maior densidade populacional nos tratamentos de Mix suscetível (39.442), Mix suscetível + NemaControl (53.135), Mix suscetível + Nemat (42.274), Mix suscetível + Rizotec (41.397), Mix suscetível + Avicta 500 FS® (34.000), e testemunha inoculada (32.029), quando comparados aos demais tratamentos: Mix resistente (3.066) Mix resistente + NemaControl (9.773), Mix resistente + Nemat (7.392), Mix resistente + Rizotec (8.163) e Mix resistente + Avicta 500 FS® (1.711) (Tabela 4).

**Tabela 4. Número total de nematoides (NT) e densidade populacional em plantas de soja com *M. javanica* após 55 dias de emergência no ensaio *C* e *D*.**

Tratamentos	NT	Densidade	NT	Densidade
		Populacional		Populacional
	Ensaio <i>C</i>		Ensaio <i>D</i>	

Mix suscetível	143.572 a	11.776 b	124.185 a	39.442 a
Mix resistente	26.857 b	1.552 c	13.641 b	3.066 b
Mix suscetível + NemaControl	127.628 a	19.478 a	164.670 a	53.135 a
Mix suscetível + Nemat	136.548 a	12.670 b	150.365 a	42.274 a
Mix suscetível + Rizotec	134.850 a	10.864 b	159.420 a	41.397 a
Mix suscetível + Avicta 500 FS®	109.425 a	7.608 b	163.935 a	34.000 a
Mix resistente +NemaControl	35.047 b	3.214 c	27.206 b	9.773 b
Mix resistente + Nemat	22.422 b	1.631 c	45.405 b	7.392 b
Mix resistente + Rizotec	25.186 b	1.794 c	30.517 b	8.163 b
Mix resistente + Avicta 500 FS®	31.717 b	1.789 c	8.161 b	1.711 b
Testemunha inoculada	139.394 a	17.784 a	154480 a	32.029 a
CV (%)	37,2	45,9	42,0	41,99

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação (%).

No ensaio C, as maiores médias de AP foram observadas nos tratamentos Mix suscetível (52,33), Mix resistente (62,79), Mix suscetível + Nemat (49,68), Mix suscetível + Rizotec (49,40), Mix suscetível + Avicta 500 FS® (58,00), Mix resistente +NemaControl (53,96), Mix resistente + Nemat (54,75), Mix resistente + Rizotec (55,75), Mix resistente + Avicta 500 FS® (60,46) e Testemunha inoculada (44,42), enquanto, as menores alturas foram observadas nos tratamentos Mix suscetível + NemaControl (36,48) e Testemunha não inoculada (36,71) (Tabela 5).

**Tabela 5. Altura de plantas (AP), número de vagens, massa seca da parte aérea (MSPA) em plantas de soja submetidas a solo autoclavado e não autoclavado, infestado com *M. javanica* após 55 dias de emergência das plantas no ensaio C.**

TRATAMENTOS	AP (cm)	Nº VAGENS	MSPA (g)
-------------	------------	-----------	----------

		Autoclavado	Não autoclavado	Autoclavado	Não autoclavado
Mix suscetível	52,33 a	10 Ba	12 Aa	2,80 Bb	4,38 Aa
Mix resistente	62,79 a	21 Aa	18 Aa	7,88 Aa	6,33 Aa
Mix suscetível + NemaControl	36,48 b	8 Cb	13Aa	2,16 Cb	4,49 Aa
Mix suscetível + Nemat	49,68 a	11 Ba	13 Aa	3,13 Bb	4,24 Aa
Mix suscetível + Rizotec	49,40 a	12 Ba	16Aa	2,84 Bb	4,82 Aa
Mix suscetível + Avicta 500 FS®	58,00 a	17Aa	16Aa	6,19 Aa	5,39 Aa
Mix resistente +NemaControl	53,96 a	20 Aa	14 Aa	7,85 Aa	5,01 Aa
Mix resistente + Nemat	54,75 a	20 Aa	13 Aa	7,51 Aa	5,22 Aa
Mix resistente + Rizotec	55,75 a	20 Aa	17Aa	9,42 Aa	6,25 Aa
Mix resistente + Avicta 500 FS®	60,46 a	21Aa	15 Aa	8,40 Aa	5,70 Aa
Testemunha inoculada	44,42 a	9 Ba	8 Ba	3,51 Ba	3,13 Ba
Testemunha não inoculada	36,71 b	4 Cb	7 Ba	1,59 Ca	2,69 Ba
CV (%)	10,1	16,0		28,1	

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e pelas mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV= Coeficiente de variação (%).

Quando foram avaliados os tratamentos dentro do solo autoclavado, observou-se maior número de vagens nos tratamentos Mix resistente (21), Mix suscetível + Avicta 500 FS® (17), Mix resistente + NemaControl (20), Mix resistente + Nemat (20), Mix resistente + Rizotec (20) e Mix resistente + Avicta 500 FS® (21), quando comparados aos tratamentos Testemunha não inoculada (4) e Mix suscetível + NemaControl (8). Os tratamentos Mix suscetível (10), Mix suscetível + Nemat (11), Mix suscetível + Rizotec (12) e Testemunha inoculada (9) apresentaram número de

vagens intermediário. O comportamento dos tratamentos dentro do solo não autoclavado foi diferente, os menores números de vagens foram observados nos tratamentos Testemunha inoculada (8) e Testemunha não inoculada (7) diferindo estatisticamente dos outros tratamentos Mix suscetível (12), Mix resistente (18), Mix suscetível + NemaControl (13), Mix suscetível + Nemat (13), Mix suscetível + Rizotec (16), Mix suscetível + Avicta 500 FS® (16), Mix resistente + NemaControl (14), Mix resistente + Nemat (13), Mix resistente + Rizotec (17) e Mix resistente + Avicta 500 FS® (15) (Tabela 5).

No solo autoclavado, as maiores médias de MSPA foram verificadas nos tratamentos Mix resistente (7,88), Mix suscetível + Avicta 500 FS® (6,19), Mix resistente + NemaControl (7,85), Mix resistente + Nemat (7,51), Mix resistente + Rizotec (9,42) e Mix resistente + Avicta 500 FS® (8,40). Os menores valores de MSPA foram encontrados nos tratamentos Mix suscetível + NemaControl (2,16) e Testemunha não inoculada (1,59). Os tratamentos Mix suscetível (2,80), Mix suscetível + Nemat (3,13), Mix suscetível + Rizotec (2,84) e Testemunha inoculada (3,51) apresentou valores de MSPA intermediários (Tabela 5).

No tratamento solo não autoclavado, a variável MSPA apresentou comportamento parecido com a variável número de vagens. As menores médias de MSPA foram verificadas nos tratamentos Testemunha inoculada (3,13) e Testemunha não inoculada (2,69) diferindo significativamente dos tratamentos Mix suscetível (4,38), Mix resistente (6,33), Mix suscetível + NemaControl (4,49), Mix suscetível + Nemat (4,24), Mix suscetível + Rizotec (4,82), Mix suscetível + Avicta 500 FS® (5,39), Mix resistente + NemaControl (5,01), Mix resistente + Nemat (5,22), Mix resistente + Rizotec (6,25) e Mix resistente + Avicta 500 FS® (5,70) (Tabela 5).

No ensaio *D*, a variável AP apresentou diferença entre os tratamentos dentro do solo autoclavado, no qual foram observadas as maiores médias de AP nos tratamentos Mix suscetível (30,17), Mix resistente (43,92), Mix resistente + NemaControl (40,83), Mix resistente + Nemat (37,33) e Mix resistente + Avicta 500 FS® (40,00) e as menores em Mix suscetível + NemaControl (22,58) e Mix suscetível + Nemat (22,50). Os tratamentos Mix suscetível + Rizotec (29,75), Mix suscetível + Avicta 500 FS® (31,33), Mix resistente + Rizotec (31,33), Testemunha inoculada (31,83) e Testemunha não inoculada (33,50) apresentaram altura intermediária, sendo

diferente das maiores e menores médias encontradas. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos no solo não autoclavado (Tabela 6).

**Tabela 6. Altura de plantas (AP) e número de vagens em plantas de soja submetidas a solo autoclavado e não autoclavado, infestado com *M. javanica* após 55 dias de emergência das plantas no ensaio D.**

TRATAMENTOS	AP (cm)		Nº de Vagens	
	Autoclavado	Não autoclavado	Autoclavado	Não autoclavado
Mix suscetível	30,17 Ab	42,83 Aa	2 Cb	10 Aa
Mix resistente	43,92 Aa	38,83 Aa	10 Aa	10 Aa
Mix suscetível + NemaControl	22,58 Cb	37,50 Aa	3 Cb	8 Aa
Mix suscetível + Nemat	22,50 Cb	39,00 Aa	3 Cb	9 Aa
Mix suscetível + Rizotec	29,75 Bb	48,83 Aa	3 Cb	11 Aa
Mix suscetível + Avicta 500 FS®	31,33 Ba	39,83 Aa	8 Ba	9 Aa
Mix resistente +NemaControl	40,83 Aa	39,17 Aa	8 Aa	9 Aa
Mix resistente + Nemat	37,33 Aa	38,33 Aa	12 Aa	11 Aa
Mix resistente + Rizotec	31,33 Ba	42,67 Aa	11 Aa	10 Aa
Mix resistente + Avicta 500 FS®	40,00 Aa	38,00 Aa	12 Aa	10 Aa
Testemunha inoculada	31,83 Ba	33,33 Aa	6 Bb	13 Aa
Testemunha não inoculada	33,50 Ba	35,00 Aa	5 Ba	8 Aa
CV (%)	7,48		21,84	

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e pelas mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV= Coeficiente de variação (%).

No solo autoclavado, os maiores valores de Nº de vagens foram observados nos tratamentos Mix resistente (10), Mix resistente + NemaControl (8), Mix resistente + Nemat (12), Mix resistente + Rizotec (11) e Mix resistente + Avicta 500 FS® (12), enquanto os menores valores foram observados nos tratamentos Mix suscetível (2),

Mix suscetível + NemaControl (3), Mix suscetível + Nemat (3) e Mix suscetível + Rizotec (3). Os tratamentos Mix suscetível + Avicta 500 FS<sup>®</sup>, Testemunha inoculada e Testemunha não inoculada foram diferentes das maiores e menores médias de N<sup>o</sup> de vagens, os quais apresentaram médias iguais a (8), (6) e (5) respectivamente. Não houve diferença significativa no N<sup>o</sup> de vagens no tratamento solo não autoclavado (Tabela 6).

No solo autoclavado, os maiores valores de MSPA foram observados nos tratamentos Mix resistente (2,94), Mix resistente + NemaControl (2,60), Mix resistente + Nemat (2,73), Mix resistente + Rizotec (2,23), Mix resistente + Avicta 500 FS<sup>®</sup> (2,90) e Testemunha inoculada (2,41), quando comparados aos tratamentos Mix suscetível (0,73), Mix suscetível + NemaControl (0,78), Mix suscetível + Nemat (0,84) e Mix suscetível + Rizotec (0,65). Os tratamentos Mix suscetível + Avicta 500 FS<sup>®</sup> (1,70) e Testemunha não inoculada (1,52) apresentaram valores intermediários, significativamente diferentes dos demais tratamentos. No solo não autoclavado, não houve diferença significativa na MSPA (Tabela 7).

**Tabela 7. Massa seca da parte aérea (MSPA) em plantas de soja submetidas a solo autoclavado e não autoclavado, infestado com *M. javanica* após 55 dias de emergência das plantas no ensaio D.**

TRATAMENTOS	MSPA (g)	
	Autoclavado	Não autoclavado
Mix suscetível	0,73 Cb	3,15 Aa
Mix resistente	2,94 Aa	2,89 Aa
Mix suscetível + NemaControl	0,78 Cb	2,24 Aa
Mix suscetível + Nemat	0,84 Cb	2,56 Aa
Mix suscetível + Rizotec	0,65 Cb	2,86 Aa
Mix suscetível + Avicta 500 FS <sup>®</sup>	1,70 Bb	2,88 Aa
Mix resistente +NemaControl	2,60 Aa	3,17 Aa

Mix resistente + Nemat	2,73 Aa	3,10 Aa
Mix resistente + Rizotec	2,23 Ab	3,35 Aa
Mix resistente + Avicta 500 FS®	2,90 Aa	3,06 Aa
Testemunha inoculada	2,41 Aa	2,98 Aa
Testemunha não inoculada	1,52 Bb	2,98 Aa
CV (%)	32,46	

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e pelas mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV= Coeficiente de variação (%).

No ensaio C, a atividade da fosfatase ácida foi maior no solo não autoclavado na 1ª e 2ª avaliação (385,72; 357,65) quando comparado ao solo autoclavado na 1ª e 2ª avaliação (201,01; 188,64) (Tabela 8).

**Tabela 8. Atividade da Beta-glicosidase e Fosfatase ácida no solo autoclavado e não autoclavado, cultivados com plantas de soja e infestado com *M. javanica* após 53 dias de emergência das plantas de cobertura e 53 dias após a emergência das plantas de soja, no ensaio C.**

SOLO	Beta-glicosidase		Fosfatase ácida	
	1ª avaliação	2ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação
Ensaio C				
Autoclavado	20,65 b	37,10 b	201,01 b	188,64 b
Não autoclavado	39,40 a	55,37 a	385,72 a	357,65 a
CV (%)	29,4	17,67	24,90	23,52

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação (%).

Quando se comparou as atividades da fosfatase ácida no ensaio D em função dos tratamentos na primeira avaliação, os tratamentos Mix suscetível (281,10), Mix suscetível + NemaControl (306,24), Mix suscetível + Rizotec (311,27), Mix suscetível + Avicta 500 FS® (307,65), Mix resistente + Nemat (290,35), Mix resistente + Rizotec (282,11), Mix resistente + Avicta 500 FS® (275,27) e Testemunha inoculada (296,79) apresentaram maiores valores de atividade da enzima quando comparados aos

tratamentos Mix resistente (243,10), Mix suscetível + Nemat (253,56), Mix resistente + NemaControl (235,86) e Testemunha não inoculada (194,44). Na segunda avaliação, a interação Solo x Tratamentos foi significativa (Tabela 9).

**Tabela 9. Atividade da fosfatase ácida no solo autoclavado e não autoclavado, cultivados com plantas de soja e infestados com *M. javanica* após 53 dias de emergência das plantas de cobertura e 53 dias após a emergência das plantas de soja, no ensaio D.**

TRATAMENTOS	Fosfatase ácida		
	1ª avaliação	2ª avaliação	
		Autoclavado	Não autoclavado
Mix suscetível	281,10 a	190,82 Bb	368,98 Aa
Mix resistente	243,10 b	221,99 Bb	356,31 Aa
Mix suscetível + NemaControl	306,24 a	161,06 Bb	378,43 Aa
Mix suscetível + Nemat	253,56 b	133,51 Bb	369,98 Aa
Mix suscetível + Rizotec	311,27 a	172,92 Bb	410,60 Aa
Mix suscetível + Avicta 500 FS®	307,65 a	173,33 Bb	338,61 Aa
Mix resistente +NemaControl	235,86 b	380,84 Aa	325,54 Aa
Mix resistente + Nemat	290,35 a	220,78 Ba	306,44 Aa
Mix resistente + Rizotec	282,11 a	262,81 Ba	344,65 Aa
Mix resistente + Avicta 500 FS®	275,27 a	153,22 Bb	329,57 Aa
Testemunha inoculada	296,79 a	196,85 Bb	392,70 Aa
Testemunha não inoculada	194,44 b	148,79 Bb	310,66 Aa
CV (%)	23,52	28,15	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna na 1ª avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e pelas mesmas letras minúsculas nas linhas na 2ª avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação (%).

Observando os tratamentos dentro do solo autoclavado, o tratamento Mix resistente + NemaControl (380,84) apresentou maior atividade da fosfatase ácida quando comparado aos demais tratamentos, Mix resistente + Nemat (220,78), Mix resistente + Rizotec (262,81), Mix suscetível (190,82), Mix resistente (221,99), Mix suscetível + NemaControl (161,06), Mix suscetível + Nemat (133,51), Mix suscetível + Rizotec (172,92), Mix suscetível + Avicta 500 FS<sup>®</sup> (173,33), Mix resistente + Avicta 500 FS<sup>®</sup> (153,22), Testemunha inoculada (196,85), Testemunha não inoculada (148,79). No solo não autoclavado, não foram observadas diferenças significativas nos teores de fosfatase ácida em função dos tratamentos (Tabela 9).

No ensaio C, a atividade da enzima beta-glicosidase na primeira avaliação não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Quando se observou as atividades desta enzima na segunda avaliação, observou-se interação entre os fatores Solo x Tratamentos (Tabela 11). No solo autoclavado, os menores teores de beta-glicosidase foram verificadas nos tratamentos Testemunha inoculada (21,93) e Testemunha não inoculada (7,58) diferindo significativamente dos tratamentos Mix suscetível (34,94), Mix resistente (39,81), Mix suscetível + NemaControl (50,47), Mix suscetível + Nemat (34,10), Mix suscetível + Rizotec (43,79), Mix suscetível + Avicta 500 FS<sup>®</sup> (48,62), Mix resistente + NemaControl (46,85), Mix resistente + Nemat (39,53), Mix resistente + Rizotec (41,46) e Mix resistente + Avicta 500 FS<sup>®</sup> (36,15) (Tabela 10).

**Tabela 10. Atividade da beta-glicosidase em solo autoclavado e não autoclavado, cultivados com plantas de soja e infestados com *M. javanica* após 53 dias de emergência das plantas de cobertura e 53 dias após a emergência das plantas de soja, no ensaio C.**

TRATAMENTOS	Beta-glicosidase	
	1ª avaliação	2ª avaliação
	Autoclavado	Não autoclavado
Mix suscetível	32,77 a	34,94 Aa 62,63 Aa
Mix resistente	28,05 a	39,81 Aa 58,11 Aa
Mix suscetível + NemaControl	32,79 a	50,47 Aa 59,60 Aa

Mix suscetível + Nemat	34,02 a	34,10 Aa	59,96 Aa
Mix suscetível + Rizotec	32,23 a	43,79 Aa	54,04 Aa
Mix suscetível + Avicta 500 FS®	32,85 a	48,62 Aa	66,55 Aa
Mix resistente +NemaControl	25,63 a	46,85 Aa	58,41 Aa
Mix resistente + Nemat	27,30 a	39,53 Aa	83,04 Aa
Mix resistente + Rizotec	25,97 a	41,46 Aa	58,15 Aa
Mix resistente + Avicta 500 FS®	29,59 a	36,15 Aa	64,89 Aa
Testemunha inoculada	32,41 a	21,93 Ba	47,90 Ba
Testemunha não inoculada	29,59 a	7,58 Ba	35,08 Ba
CV (%)	29,4	32,8	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna na 1ª avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e pelas mesmas letras minúsculas nas linhas na 2ª avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV= Coeficiente de variação (%).

Comportamento parecido foi observado no solo não autoclavado, em que os menores teores de beta-glicosidade foram verificadas nos tratamentos testemunha inoculada (47,90) e testemunha não inoculada (35,08) diferindo significativamente dos tratamentos Mix suscetível (62,63), Mix resistente (58,11), Mix suscetível + NemaControl (59,60), Mix suscetível + Nemat (59,96), Mix suscetível + Rizotec (54,04), Mix suscetível + Avicta 500 FS® (66,55), Mix resistente + NemaControl (58,41), Mix resistente + Nemat (83,04), Mix resistente + Rizotec (58,15) e Mix resistente + Avicta 500 FS® (64,89) (Tabela 10).

Não houve interação significativa entre os fatores Solo x Tratamentos e nem diferença significativa entre os tratamentos para a variável beta-glicosidade no ensaio *D* (Tabela 11).

**Tabela 11. Atividade da beta-glicosidase em solo autoclavado e não autoclavado, cultivados com plantas de soja e infestados com *M. javanica* após 53 dias de emergência das plantas de cobertura e 53 dias após a emergência das plantas de soja, no ensaio *D*.**

	Beta-glicosidase	Beta-glicosidase
--	------------------	------------------

TRATAMENTOS	1ª avaliação	2ª avaliação
Mix suscetível	20,84 a	22,47 a
Mix resistente	29,69 a	29,95 a
Mix suscetível + NemaControl	24,60 a	24,07 a
Mix suscetível + Nemat	36,27 a	27,56 a
Mix suscetível + Rizotec	32,78 a	37,06 a
Mix suscetível + Avicta 500 FS®	33,44 a	19,57 a
Mix resistente +NemaControl	28,43 a	22,44 a
Mix resistente + Nemat	41,03 a	22,37 a
Mix resistente + Rizotec	47,78 a	29,28 a
Mix resistente + Avicta 500 FS®	36,26 a	27,32 a
Testemunha inoculada	33,54 a	17,02 a
Testemunha não inoculada	21,63 a	15,76 a
CV (%)	17,67	27,95

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação (%).

## 2.4 DISCUSSÃO

Das espécies estudadas, o tremço-branco cv. Comum, trigo mourisco 'IPR 91 baili', milho 'BRS 1501', aveia branca 'URS Altiva', centeio 'IPR 89', nabo forrageiro 'IPR 116', aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa), aveia preta 'lapar 61' (Ibiporã), e aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) foram consideradas suscetíveis a *M. javanica* em ambos os experimentos estudados. O nabo forrageiro (cultivar não informada) e a aveia preta 'lapar 61' (Ibiporã) também já foram avaliados e apresentaram reação de suscetibilidade a este nematoide (ROSA et al., 2013; TAVARES-SILVA et al., 2017). Por outro lado, a aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina), aveia preta 'lapar 61' (Ibiporã) e o milho 'BRS 1501' se comportaram como resistentes a *M. javanica* (GABRIEL et al., 2018). O trigo mourisco 'IPR 92-altar', o nabo forrageiro (cultivar não informada) e o milho 'BRS 1501' 'ADR 300', 'ADR 500' apresentaram-se como suscetíveis à *M.*

*javanica*, cujo FR variou em função das quatro populações do nematoide avaliadas (CHIDICHIMA et al., 2021). Por outro lado, outro estudo demonstrou que aveia preta 'Embrapa 139' (Neblina) apresentou-se como resistente a *M. javanica*, independente da concentração do inóculo, ao contrário da aveia preta 'Iapar 61' (Ibiporã), que se comportou como resistente quando testada sobre maior concentração de inóculo, e como suscetível quando avaliada em baixa concentração (CARRARO-LEMES et al., 2020). Esses trabalhos demonstram a importância do estudo constante da reação de cultivares aos nematoides, visto que pode existir variação no FR quanto a população do nematoide (CHIDICHIMA et al., 2021) e à concentração de inóculo em cada estudo (CARRARO-LEMES et al., 2020). Estudos envolvendo a reação do tremoço-branco cv. Comum e do centeio 'IPR 89' a *M. javanica* são escassos na literatura. No entanto, foi observada reação de suscetibilidade do tremoço-branco a *M. javanica*, devendo evitar o seu uso em áreas infestadas com este nematoide (ASMUS; ANDRADE, 2001).

Apenas a *B. ruzizensis* e a aveia branca 'URS Corona' foram consideradas imunes (FR=0) ou resistentes (FR<1) a *M. javanica*. Isso demonstra a limitação de plantas de cobertura para serem utilizadas em mix como opção de manejo para este nematoide. Trabalhos envolvendo a reação da *B. decumbens* e *B. ruzizensis* apontam a planta como excelente opção para manejo de *Meloidogyne* spp. em áreas agrícolas (CUNHA et al., 2015; LOPES et al., 2019; ARAÚJO et al., 2023). Além de diminuir a população do patógeno, as braquiárias promovem benefícios nas propriedades físicas do solo, proporcionando incrementos de produtividade na soja em sucessão (ANSCHAU et al., 2018). Além disso, as cultivares de aveia branca 'IPF Afrodite', 'AF 1345' (Ucraniana), 'UPFA Ouro' e 'UPFPS' (Farroupilha) são consideradas resistentes a *M. javanica* e *M. incognita*, sendo, portanto, indicadas para áreas com presença destes nematoides (MARINI et al., 2016; CARRARO-LEMES et al., 2020).

Sabe-se que a rotação/sucessão de culturas com plantas antagonistas ou não hospedeiras constitui-se um dos métodos mais eficientes para manejo de nematoides (MACHADO et al., 2015). Essa prática quando bem posicionada no sistema de cultivo pode quebrar o ciclo do patógeno e diminuir significativamente a população do nematoide (ANSELMO et al., 2014). No entanto, para o sucesso do manejo, a planta escolhida, além de reduzir nematoides, deve apresentar boa estrutura e volume de sistema radicular, não devendo apresentar suscetibilidade a outros nematoides, já que em áreas agrícolas, é comum a presença de populações mistas (FAVORETO et al., 2019). Aliado ao manejo de nematoides, as plantas de cobertura podem atuar na

estruturação do microbioma, auxiliando no incremento de matéria orgânica (SHARMA et al., 2018), promovendo melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, pelo efeito da decomposição e liberação de exsudatos radiculares (SIMON et al., 2019). Os benefícios podem ser maiores, pensando que essas plantas podem agir em sinergismo quando utilizadas em consórcio ou em mix de culturas comparadas ao cultivo solteiro (SILVA et al., 2021).

No presente trabalho, o mix resistente (aveia branca 'URS Corona' e *B. ruziziensis*) a *M. javanica* proporcionou menor número de nematoide total e menor densidade populacional na soja, em ambos ensaios, quando comparado ao mix suscetível (aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa), centeio 'IPR 89', aveia branca 'URS Altiva', milho 'BRS 1501', trigo mourisco 'IPR 91 Baili', nabo forrageiro 'IPR 116' e tremoço-branco cv. Comum). Pelos resultados apresentados, o uso de mix suscetível para manejo de *M. javanica* não é uma ferramenta recomendada pois permite a multiplicação do nematoide, deixando uma alta população no solo para o cultivo posterior.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos ao associarmos ambos os mix a NemaControl, exceto no ensaio C, em que o tratamento Mix suscetível + NemaControl foi estatisticamente igual à testemunha inoculada quando avaliada a densidade populacional de nematoides. As rizobactérias, mais especificamente as do gênero *Bacillus* spp. merecem destaque no manejo de fitonematoides. Sua ação se dá através da colonização da rizosfera, onde ocorre a transformação de exsudatos radiculares em subprodutos que favorecem o desenvolvimento de outras populações bacterianas que interferem diretamente no reconhecimento nematoide-planta (ABDEL-SALAM et al., 2018). No presente trabalho, *Bacillus amyloliquefaciens* foi o agente biológico que se mostrou menos eficiente no manejo de *M. javanica* e isso pode ser explicado devido à bactéria não ter comportamento de parasitar fêmeas sedentárias e ovos do nematoide, mecanismo observado em fungos nematófagos (CARNEIRO et al., 2008).

Como agente de manejo biológico, o fungo *P. chlamydosporia* tem se mostrado eficiente contra os nematoides das galhas devido ao seu comportamento de parasitar ovos e fêmeas sedentárias de fitonematoides (BARBOSA et al., 2019) além disso, na ausência do patógeno, possuem a capacidade de sobreviver como saprófita no solo (MANZANILLA-LÓPEZ et al., 2013). No presente trabalho, não tivemos diferença significativa entre os tratamentos utilizando os mixes (suscetível ou resistente)

associados a Rizotec. Porém, sabe-se que o mesmo é eficiente no manejo de *M. javanica* (MEDEIROS et al., 2015; DALLA et al., 2020).

*P. lilacinum* também é considerado parasita de ovos e fêmeas sedentárias de fitonematoides (BARBOSA et al., 2019) e não diferiu estatisticamente entre os tratamentos associados aos mixes (suscetível/resistente). O fungo já foi estudado e apresenta alta eficiência no manejo de *M. javanica* (GIANNAKOU et al., 2019; AL-HAZMI et al., 2019). *P. lilacinum* tem ainda ação sobre juvenis, libera enzimas como proteases e quitinases, responsáveis por destruir a camada de quitina presente em na cutícula de seus hospedeiros (YANG et al., 2015), apresentando, também capacidade de se estabelecer em diferentes substratos e se adaptar a uma ampla de faixa de pH de solo (ALMEIDA et al., 2016).

A abamectina apresenta resultados eficientes no manejo de *M. javanica* em soja quando aplicada via tratamento de sementes ou sulco de plantio (SANTANA et al., 2016), porém, não foram obtidas diferenças significativas na associação da mesma aos tratamentos mix suscetível ou resistente.

De forma semelhante aos resultados encontrados nos parâmetros nematológicos, o mix resistente proporcionou melhores resultados quando avaliado os parâmetros vegetativos altura de plantas, número de vagens e MSPA comparado aos tratamentos com mix suscetível e testemunhas (inoculada e não inoculada) cultivada sob palhada de soja. Apesar de não ser observada diferença significativa entre os tratamentos utilizando mix resistente associado a manejo biológico/químico, fica evidente os benefícios que essas plantas podem trazer para o sistema em curto prazo sob altas populações de *M. javanica*. No presente trabalho, a cultura principal não foi tratada no momento do plantio, o que deixa lacunas a serem estudadas em trabalhos futuros, visando observar os benefícios dos produtos utilizados de forma sequencial nos sistemas de cultivos. Além disso, surge a hipótese de que, a longo prazo, a combinação de agentes biológicos a plantas de cobertura pode trazer equilíbrio à microbiota do solo tornando-o mais supressivo a fitonematoides.

De forma geral, o solo não autoclavado apresentou melhores resultados nos parâmetros vegetativos quando comparado ao solo autoclavado bem como a atividade das enzimas fosfatase ácida e beta-glicosidase também foi maior nesse solo. Porém, não podemos afirmar que esse resultado é decorrente da maior atividade microbiana do solo, já que, no solo autoclavado, os piores resultados foram encontrados nos tratamentos com mix suscetível. Este resultado pode estar

relacionado à resposta positiva do mix resistente no manejo de *M. javanica* e não na maior atividade das enzimas do solo, já que o mix suscetível multiplicou mais os nematoides.

Foi encontrado maior teor de fosfatase ácida no solo não autoclavado, no entanto, ao se observar os resultados nos tratamentos não podemos concluir que o testemunha inoculada e não inoculada influenciou na menor atividade da enzima. A atividade da enzima beta-glicosidase foi maior nos tratamentos compostos pelos mixes de plantas de cobertura (resistente/suscetível) quando comparado à testemunha inoculada e não inoculada. Os mix de plantas de cobertura depositaram uma quantidade considerável de matéria orgânica no solo, e podem influenciar diretamente a comunidade microbiana do solo secretando a enzima beta-glicosidase (YANG et al., 2019). Por outro lado, a soja por ter passado por processos de domesticação pode ter perdido características importantes relacionadas à interação entre microrganismos-planta resultado das modificações de exsudatos radiculares (SPOR et al., 2020).

As enzimas beta-glicosidase e fosfatase ácida são ditas como indicadoras de qualidade de solos e servem para avaliarmos se o sistema de cultivo adotado na área está influenciando na saúde do solo (ADETUNJI et al. 2017). De acordo com as classes de interpretação para cultivos anuais em sistema plantio direto para amostras coletadas em período chuvoso, os resultados encontrados no presente trabalho, para ambas as enzimas avaliadas, são baixos e indicam que o sistema de cultivo adotado não está influenciando positivamente na saúde do solo (LOPES et al., 2018). Os efeitos dos sistemas de cultivo na atividade microbiana dos solos não são significativos a curto prazo. Foi observado que o cultivo da braquiária proporcionou melhorias na estruturação do solo após oito safras consecutivas quando comparado ao sistema de monocultivo e sistema de sucessão soja-milho (MENDES et al., 2020).

A relação entre a atividade microbiana dos solos e nematoides ainda é pouco estudada. Os trabalhos apontam para supressividade à medida que a atividade microbiana dos solos aumenta com a diversificação de cultivos (BARROS et al., 2017; ZHOL et al., 2019). Foi observado, sob condições controladas, que a diversidade microbiana do solo e a presença de bactérias antagonistas resultaram em menor infestação de *M. javanica* e, conseqüentemente maior peso de grãos (BARROS et al., 2022). No presente trabalho, não é possível afirmar a hipótese de que solos

supressivos (não autoclavados) influenciam na redução de *M. javanica*, devendo ser feitos novos trabalhos a fim de elucidar melhor essa interação.

## 2.5 CONCLUSÕES

O mix resistente composto por *B. ruziziensis* + aveia branca 'URS Corona' foi eficiente no manejo de *M. javanica*.

A associação do mix suscetível composto por aveia preta 'Embrapa 29' (Garoa) + centeio 'IPR 89' + aveia branca 'URS Altiva' + milho 'BRS 1501' + trigo mourisco 'IPR 91 Baili' + nabo forrageiro 'IPR 116' e tremoço-branco cv. Comum com produtos biológicos/químicos não garantiram os melhores resultados no manejo de *M. javanica* na soja.

A atividade das enzimas fosfatase ácida e beta-glicosidase foi maior no solo não autoclavado em curto prazo, mas não podemos afirmar que tal resultado influenciou no menor número de nematoides e na maior produtividade da soja.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-SALAM, M. S.; AMEEN, H. H.; SOLIMAN, G. M.; ELKELANY, U. S.; ASAR, A. M. Improving the nematicidal potential of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Lysinibacillus sphaericus* against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* using protoplast fusion technique. **Egyptian J Biol Pest Control**, v. 28, 2018.
- ADETUNJI, A.; LEWU, F.; MULIDZI, A.; NCUBE, B The biological activities of  $\beta$ -glucosidase, phosphatase and urease as soil quality indicators: a review. **Journal Soil Science Plant Nutrition**, v. 17, p. 794–807, 2017.
- AL-HAZMIA AS, AL-YAHYAA FA, ABDELRAFAAB OA, & LAFIA AH. Effects of humic acid, *Trichoderma harzianum* and *Paecilomyces lilacinus* on *Meloidogyne javanica*. **Int J Agric Environ Biores**, v. 4, p. 61-74, 2019.
- ALMEIDA, J. A.; SOUZA, G. C.; ARAÚJO, F. G. Tratamento de sementes com abamectina e *Purpureocillium lilacinum* no manejo de *Heterodera glycines* na cultura da soja. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 4, p. 62-65, 2016.
- ALVES, L. E. S. G.; FONTANA, L. F.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Green manure and *Pochonia chlamydosporia* for *Meloidogyne javanica* control in soybean. **Rev. Caatinga**, v. 35, n. 3, p. 625-632, 2022.
- ANSELMO, J. L.; COSTA, D. S.; SÁ, M. E. Plantas de cobertura para Região de Cerrado. **Plantas de cobertura**, n. 25, p.149-154, 2014.
- ANSCHAU, K. A.; SEIDEL, E. P.; MOTTIN, M. C.; LERNER, K. L.; FRANZISKOWSKI, M. A.; ROCHA, D. H. Propriedades físicas do solo, características agronômicas e produtividade da soja em sucessão a plantas de cobertura. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.17, p. 293-299, 2018.
- ARAÚJO, F. G.; TEIXEIRA, S. J. C.; DE SOUZA, J. C. ARIEIRA, C. R. D. Cover crops and biocontrol agents in the management of nematodes in soybean crop. **Revista Caatinga**, v. 36, p. 243-250, 2023.
- ASMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. Reprodução do nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica*) em algumas plantas alternativas para uso em sucessão à cultura da soja. Comunicado Técnico, 37. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, 2001.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. AgroEstat - **Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal: Unesp, 2015.
- BARBOSA, R. T., MONTEIRO, T. S. A., COUTINHO, R. R., SILVA, J. G., & FREITAS, L. G. *Pochonia chlamydosporia* for controlling root-knot nematode in banana. **Nematropica**, v. 49, p. 99-106, 2019.

- BARROS, P.; PEDROS, E. M. R.; DE OLIVEIRA, C. M. S.; ROLIM, M. M. Relationship between soil organic matter and nematodes in sugarcane fields. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 38, p. 551-560, 2017.
- BARROS, F. M. R.; PEDRINHO, A.; MENDES, L. W.; FREITAS, C. C. G.; ANDREOTE, F. D. Interactions between Soil Bacterial Diversity and Plant-Parasitic Nematodes in Soybean Plants. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 88, p. 1-12, 2022.
- BHAT, N. A.; RIAR, A.; RAMESH, A.; IQBAL, S.; SHARMA, M. P.; SHARMA, S. K.; BHULLAR, G.S. Soil biological activity contributing to phosphorus availability in vertisols under long-term organic and conventional agricultural management. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 1-11, 2017.
- BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, v.6, p. 553, 1981.
- BORTOLINI, G. L.; ARAÚJO, D. V.; ZAVISLAK, F. D.; ROMANO JÚNIOR, J.; KRAUSE, W. Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 17, p. 818-830, 2013.
- CARNEIRO, R. M. D. G., ALMEIDA, M. R. A., MARTINS, I., SOUZA, J. F., PIRES, A. Q. & TIGANO, M. S. Ocorrência de *Meloidogyne* spp. e fungos nematófagos em hortaliças no Distrito Federal, Brasil. *Nematologia Brasileira*, v. 32, p. 135-141, 2008.
- CARRARO-LEMES, C. F.; DEUNER, C. C.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; MAZZETTI, V. C. G.; NOVAKOWISKI, J. H. Reaction of *Avena* spp. to different concentration levels of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* inoculum. *Australian Journal of Crop Science*, v. 14, n.1, p.196-203, 2020.
- CHIAMOLERA, F. M.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; SOUTO, E. R.; CUNHA, T. P. L.; SANTANA, S.M.; PUERARI, H. H. Susceptibilidade de cultura de inverno a *Pratylenchus brachyurus* e atividade sobre a população do nematoide na cultura do milho. *Nematropica*, v. 42, p. 267-275, 2012.
- CHIDICHIMA, L. P. S., MIAMOTO, A., RINALDI, L. K., CORRÊIA, A., & DIAS-ARIEIRA, C. R. Response of green manure species and millet cultivars to different populations of *Meloidogyne javanica*. *Chilean Journal of Agricultural Research*, v. 81, n.3, p. 310-316, 2021.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da Safra Brasileira, 22/23. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 22 Março. 2023.
- CUNHA, T. P. L.; MINGOTTE, F. L. C. CHIAMOLERA, F. M.; CARMEIS FILHO, A. D. A.; SOARES, P. L. M.; LEMOS, L. B. VENDRAMINI, A. R. Occurrence of nematodes and yield of common bean and maize as a function of cropping systems under no-tillage. *Nematropica*, v. 45, p. 34-42, 2015.

DALLA PASQUA, S.; GIARETTA, R. D.; SANTOS, I.; REINER, D. A.; LOPES E. A. Combined application of *Pochonia chlamydosporia* and solid by-product of the wine industry for the control of *Meloidogyne javanica*. **Applied Soil Ecology**, v. 147, p. 1-6, 2020.

DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G. DE.; LOPES, E. A.; SILVA, M. D. C. S. DA, KASUYA, M. C. M.; FERRAZ, S. *Pochonia chlamydosporia* promotes the growth of tomato and lettuce plants. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 37, n.4, p. 417, 2015.

EVANGELISTA, C. R.; PARTELLI, F. L.; FERREIRA, E. P. B.; CORRECHEL, V. Atividade enzimática do solo sob sistema de produção orgânica e convencional na cultura da canadeaçúcar em Goiás. **Revista Semina: Ciências Agrárias**. v. 33, n. 4, p. 1251-1262, 2012.

FAVORETO, L.; MEYER, M.C.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; MACHADO, A.C.Z.; SANTIAGO, D.C.; RIBEIRO, N.R. Diagnose e manejo de fitonematoides na cultura da soja. **Informe Agropecuário**, v.40, p.18-29, 2019.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Rio de Janeiro: Sociedade brasileira de nematologia (SBN), 2016.

FERREIRA, R. J.; SOARES, P. L. M.; DE CARVALHO, R. B.; DOS SANTOS, J. M.; BATISTA, E. S. P.; BARBOSA, J. C. Espécies de *Bacillus* no controle dos nematoides das galhas e no desenvolvimento de cana-de-açúcar. **Nematropica** v.47, p.106-113, 2017.

FERNANDES, G. A.; ANCHIÊTA, A. L. M.; CASSIANO, A. A.; OLIVEIRA, L. A.; FERNANDES, A. A.; DA SILVA, E. H.; PEREIRA, I. S. Métodos de controle do fitonematoide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja. **Multidisciplinary Reviews**, v.3, e2020012-e2020012. 2020.

GABRIEL, M.; KULCZYNSKI, S. M.; BELLE, C.; KIRSCH, V. G.; CALDERANBISOGNIN, A. Reação de gramíneas forrageiras a *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematropica**, Auburn, v. 48, n. 2, 2018.

GARDIANO, C. G.; KRZYZANOWSKI, A. A.; SANTIAGO D. C.; ABI-SAAB, E O. J. G. Avaliação de genótipos de aveia ao parasitismo de *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raça 3. **Nematropica**, v. 42, p. 80-83, 2012.

GIANNAKOU, I. O.; TASOULA, V.; TSAFARA, P.; VARIMPOPI, M.; ANTONIOU, P. Efficacy of *Purpureocillium lilacinum* in combination with chitosan for the control of *Meloidogyne javanica*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 30, p. 671-684, 2019.

GODOY, C. V.; ALMEIDA, A.M.R.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C.; DIAS, W.P.; SEIXAS, C.D.S.; SOARES, R.M.; HENNING, A.A.; YORINORI, J.T.; FERREIRA, L.P.; SILVA, J.F.V. 2016. Doenças da soja. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.F.A. **Manual de fitopatologia** vol 2: doenças de plantas cultivadas. 5ª ed. p. 657-675.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças da soja**. Londrina: Embrapa Soja (Embrapa Soja Documento 256), 2014.

KHALIL, M.S.; DARWESH, D.M. Avermectins: The promising solution to control plant parasitic nematodes. **J. Plant Sci. Phytopathol**, v. 3, p. 81–85, 2019.

KIRSCH, V. G.; KULCZYNSKI, S. M.; GOMES, C. B.; BISOGNIN, A. C.; GABRIEL, M.; BELLÉ, C.; LIMA-MEDINA, I. Caracterização de espécies de *Meloidogyne* e de *Helicotylenchus* associadas à soja no Rio Grande do Sul. **Nematropica**, n. 46, p. 197-208, 2016.

LOPES, A. P. M.; SOARES, M. R. C.; CHIDICHIMA, L. P. S.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Weed hosts of *Meloidogyne* spp. and the effect of aqueous weed extracts on egg hatching. **Weed Research**, v. 59, p. 1-8, 2019.

LOPES, A. A. C.; SOUSA, D. M. G.; REIS-JUNIOR, F. B.; FIGUEIREDO, C. C.; MALAQUIAS, J. V.; SOUZA, L. M.; MENDES, I. C. Temporal variation and critical limits of microbial indicators in oxisols in the Cerrado, Brazil. **Geoderma regional**, v. 12, p. 72-82, 2018.

MANZANILLA-LÓPEZ, R. H.; ESTEVES, I.; FINETTI-SIALER, M. M.; HIRSCH, P. R.; WARD, E.; DEVONSHIRE, J. E.; HIDALGO-DÍAZ, L. *Pochonia chlamydosporia*: avanços e desafios para melhorar seu desempenho como agente de controle biológico de nematoides endoparasitários sedentários. *Journal of Nematology*, v. 45, p. 1–7, 2013.

MACHADO, A. C. Z.; SILVA, S. A.; DORIGO, O. F.; RIEDE, C. R.; GARBUGLIO, D. D. Phenotypic variability and response of Brazilian oat genotypes to different species of root knot and lesion nematodes. **European Journal Plant Pathology**, v. 141, p. 111–117, 2015.

MARINI, P. M.; GARBUGLIO, D. D.; DORIGO, O. F.; MACHADO, A. C. Z. Histological characterization of resistance to *Meloidogyne incognita* in *Avena sativa*. **Tropical Plant Pathology**, v. 41, p. 203–209, 2016.

MEDEIROS, H. A.; RESENDE, R. S.; FERREIRA, F. C.; FREITAS, L. G.; RODRIGUES, F. A. Induction of resistance in tomato against *Meloidogyne javanica* by *Pochonia chlamydosporia*. **Nematoda**, v. 2, p. 10015-10022, 2015.

MELO, A. S.; SILVA, E. J.; TARINI, G.; PONTALTI, P. R. B.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Reação de trigo mourisco a *Meloidogyne javanica*. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 15 35, Bento Gonçalves, 2018. **Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Nematologia**, Bento Gonçalves: SBN, 2018.

MENDES, I. C.; ONO, F. B.; OLIVEIRA, M. I.; SILVA, R. G.; KAPPES, C.; REIS-JUNIOR, F. B.; ZANCANARO, L. Rotação de culturas, bioindicadores e saúde do solo. **Boletim de pesquisa Fundação MT, 2019/2020**, Entrelinhas Editora, p. 102-110, 2020.

OLIVEIRA, K.C.L.; DE ARAÚJO, D.V.; DE MENESES, A.C.; E SILVA, J.M.; TAVARES, R.L.C. Biological management of *Pratylenchus brachyurus* in soybean crops. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 41–51, 2019.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. Mededelingen Landbouhogeschool, **Wageningen**, v. 66, p. 3-46, 1966.

RIEDE, C. R.; GARBUGLIO, D. D.; MACHADO, A. C. Z.; PÓLA, J. N.; CARVALHAL, R.; ARRUDA, K. M. A. IPR AFRODITE – new oat cultivar with nematode resistance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 15, p. 278-281, 2014.

ROSA, J.M.O.; WESTERICH, J.N.; WILCKEN, S.R.S. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde. **Tropical Plant Pathology**, v.38, n.2, p.133-141, 2013.

SHARMA, P.; SINGH, A.; KAHLON, C. S.; BRAR, A. S.; GROVER, K. K.; DIA, M.; STEINER, R. L. The role of cover crops towards sustainable soil health and agriculture – A review paper. **American Journal of Plant Sciences**, v. 9, p. 1935-1951, 2018.

SANTANA, M. V., DA SILVA FERREIRA, B., DE OLIVEIRA SILVA, J., LEVORATO FREIRE, L., CARLOS BARCELLOS, L., & RÚBIA DA ROCHA, M. Modos de aplicação de nematicidas para o controle do nematoide-das-galhas *Meloidogyne javanica* em soja. **Multi-Science Journal**, v.4, p. 66–69, 2016.

SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; FRASCA, L. L. M.; REZENDE, C. C.; FERREIRA, E. A. S.; DE FILIPPI, M. C. C.; LACERDA, M. B. Plantas de cobertura isolada e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Research, Society and Development**, v.10, n.12, 2021.

SIMON, C. A. DE LIMA, S. F. CORDEIRO, M. S.; SECCO, V. A.; NACATA, G.; SILVA, A. M. M.; SIMON, C. da C; BRASIL, M. da S. Cover crops as modifying agents of microbiological soil attribute. **Australian Journal of Crop Science**, v.13, p. 1578-1585, 2019.

SPOR, A.; ROUCOU, A.; MOUNIER, A.; BRU, D.; BREUIL, M. C.; FORT, F.; VILE, D.; ROUMET, P.; PHILIPPOT, L.; VIOLE, C. Domestication-driven changes in plants traits associated with changes in the assembly of the rhizosphere microbiota in tetraploid wheat. **Scientific Reports**, v. 10, p. 1-12, 2020.

TABATABAI., M. A. Enzimas do solo . Em: RW Weaver. (ed.). Métodos de análise do solo. Parte 2. Propriedades microbiológicas e bioquímicas. SSSA Book Ser. 5. SSSA. p. 778 – 833, 1994.

TAVARES-SILVA, C. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; PUERARI, H. H.; SILVA, E. J. D.; IZIDORO, A. JR. Crambe–soybean succession on the management of *Pratylenchus brachyurus* and *Meloidogyne javanica*. **Summa Phytopathologica**, v.43, p. 316 – 320, 2017.

YANG, F., ABDELNABBY, H., & XIAO, Y. The role of a phospholipase (PLD) in virulence of *Purpureocillium lilacinum* (*Paecilomyces lilacinum*). **Microbial Pathogenesis**, v. 85, p. 11-20, 2015.

YANG, Z.; LIAO, Y.; FU, X.; ZAPORSKI, J.; PETERS, S.; JAMISON, M.; LIU, Y.; WULLSCHLEGER, D. D.; GRAHAM, D. E. GU, B. Temperature sensitivity of mineral-enzyme interactions on the hydrolysis of cellobiose and indican by  $\beta$ -glucosidase. **Science of the Total Environment**, v.686, p. 1194-1201, 2019.

ZHOU, D. M., FENG, H., SCHUELKE, T., DE SANTIAGO, A., ZHANG, Q. M., ZHANG, J. F., Rhizosphere microbiomes from root knot nematode non-infested plants suppress nematode infection. **Microbial Ecology**, v. 78, p. 470–481, 2019.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou a importância de conhecermos as cultivares utilizadas em mix de plantas de cobertura e sua reação aos nematoides presentes na área, visto que, o fator de reprodução influencia diretamente na concentração de inóculo que será deixado na área para o cultivo posterior. A curto prazo, o presente estudo demonstrou que o mix de plantas de cobertura composto por plantas resistentes a *M. javanica* é eficiente no manejo do nematoide, mas não apresenta efeito adicional quando associado a nematicidas biológicos/químico e que o mix de plantas de cobertura composto por plantas suscetíveis a *M. javanica* mantém o nematoide na área e não é encontrado efeito complementar de manejo quando associado a esses nematicidas. Com relação ao estudo da atividade das enzimas beta-glicosidade e fosfatase ácida no solo, não podemos afirmar que solos não autoclavados (mais supressivos) influenciaram no menor número de nematoides e na maior produtividade da soja devendo ser feitos novos estudos para entendermos melhor essa relação, já que o fator supressividade é construído no tempo, com o uso práticas de manejo associadas e sustentáveis ao solo.

## REFERÊNCIAS

- ADETUNJI, A.; LEWU, F.; MULIDZI, A.; NCUBE, B The biological activities of  $\beta$ -glucosidase, phosphatase and urease as soil quality indicators: a review. **Journal Soil Science Plant Nutrition**, v. 17, p. 794–807, 2017.
- ALVES, L. E. S. G.; FONTANA, L. F.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Green manure and *Pochonia chlamydosporia* for *Meloidogyne javanica* control in soybean. **Rev. Caatinga**, v. 35, n. 3, p. 625-632, 2022.
- BORTOLINI, G. L.; ARAÚJO, D. V.; ZAVISLAK, F. D.; ROMANO JÚNIOR, J.; KRAUSE, W. Controle de *Pratylenchus brachyurus* viatratamento de semente de soja. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 818-830, 2013.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da Safra Brasileira, 22/23. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 22 Mar. 2023.
- CRUZ, T. T.; ASMUS, G. L.; GARCIA, R. A. Espécies de *Crotalaria* em sucessão à soja para o manejo de *Pratylenchus brachyurus*. **Ciência Rural**, v. 50, 2020.
- FAVERY, B.; QUENTIN, M.; POSSAMAI, J. S.; ABAD, P. Gall-forming root-knot nematodes hijack key plant cellular functions to induce multinucleate and hypertrophied feeding cells. **Journal of Insect Physiology**, v. 84, p. 60–69, 2016.
- FERNANDES, G. A.; ANCHIÊTA, A. L. M.; CASSIANO, A. A.; OLIVEIRA, L. A.; FERNANDES, A. A.; DA SILVA, E. H.; PEREIRA, I. S. Métodos de controle do fitonematoide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja. **Multidisciplinary Reviews**, v.3, e2020012-e2020012. 2020.
- FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. **Nematologia de plantas**: fundamentos e importância. Rio de Janeiro: Sociedade brasileira de nematologia (SBN), 2016.
- FERREIRA, R. J.; SOARES, P. L. M.; DE CARVALHO, R. B.; DOS SANTOS, J. M.; BATISTA, E. S. P.; BARBOSA, J. C. Espécies de *Bacillus* no controle dos nematoides das galhas e no desenvolvimento de cana-de-açúcar. **Nematropica** v.47, p.106-113, 2017.
- GIANNAKOU, I. O.; TASOULA, V.; TSAFARA, P.; VARIMPOPI, M.; ANTONIOU, P. Efficacy of *Purpureocillium lilacinum* in combination with chitosan for the control of *Meloidogyne javanica*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 30, p. 6071-684, 2019.
- GODOY, C. V.; ALMEIDA, A.M.R.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C.; DIAS, W.P.; SEIXAS, C.D.S.; SOARES, R.M.; HENNING, A.A.; YORINORI, J.T.; FERREIRA, L.P.; SILVA, J.F.V. 2016. Doenças da soja. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.F.A. **Manual de fitopatologia** vol 2: doenças de plantas cultivadas. 5ª ed. p. 657-675.

GOULART, A. M. C. Aspectos Gerais sobre Nematoides das Lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*). Embrapa Cerrados. Planaltina-DF. 2008.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.;

FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja**. Londrina: Embrapa Soja (Embrapa Soja Documentos 256), 2014.

KARURI, H. W.; OLAGO D.; NEILSON, R.; MARARO, E.; VILLINGER, J. A survey of root-knot nematodes and resistance to *Meloidogyne incognita* in sweet potato varieties from Kenyan fields. **Crop Protection**, v. 92, p. 114–121, 2017.

KUBO, R. K.; MACHADO, A. C. Z.; OLIVEIRA, C. M. G. Efeito do tratamento de sementes no manejo de *Rotylenchulus reniformis* em dois cultivares de algodão. **Arquivos do Instituto biológico**, v. 79, p. 239-245, 2012.

MACHADO, A. C. Z.; AMARO, P. M.; SILVA, S. A. Two novel potential pathogens for soybean. **Plos one**, 2019.

OLIVEIRA, K.C.L.; DE ARAÚJO, D.V.; DE MENESES, A.C.; E SILVA, J.M.; TAVARES, R.L.C. Biological management of *Pratylenchus brachyurus* in soybean crops. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 41–51, 2019.

RUIU, L. Microbial Biopesticides in Agroecosystems. **Agronomy**, v. 8, p. 235, 2018. SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; FRASCA, L. L. M.; REZENDE, C. C.; FERREIRA, E. A. S.; DE FILIPPI, M. C. C.; LACERDA, M. B. Plantas de cobertura isolada e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Research, Society and Development**, v.10, n.12, 2021.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; BALIN, N. M.; CANDIOTTO, G.; GARMUS, T. G. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, 374-382, 2015.