

LEO OPPERMANN DA COSTA

EFICÁCIA DO BIONEMATICIDA PRESENCE® (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) EM APLICAÇÃO VIA TRATAMENTO DE SEMENTES, PARA CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* EM CULTIVARES DE SOJA (*Glycine max* L.) COM DIFERENTES PESOS DE MIL SEMENTES

Botucatu

2023

LEO OPPERMANN DA COSTA

**EFICÁCIA DO BIONEMATICIDA PRESENCE® EM APLICAÇÃO VIA
TRATAMENTO DE SEMENTES, PARA CONTROLE DE NEMATOIDE-DAS-
GALHAS EM CULTIVARES DE SOJA COM DIFERENTES PESOS DE MIL
SEMENTES**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas).

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Silvia Renata Siciliano Wilcken

Coorientador(a): Dr^a Adriana Aparecida Gabia

Botucatu

2023

P837e

Costa, Leo Oppermann da

Eficácia do bionematicida presence® (Bacillus subtilis e Bacillus licheniformis) em aplicação via tratamento de sementes, para controle de Meloidogyne javanica em cultivares de soja (Glycine max L.) com diferentes pesos de mil sementes / Leo Oppermann da Costa. -- Botucatu, 2023

53 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientadora: Sílvia Renata Siciliano Wilcken

Coorientadora: Adriana Aparecida Gabia

1. Soja 2. Nematoides 3. Controle 4. Eficácia I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFICÁCIA DO BIONEMATICIDA PRESENCE® (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), EM APLICAÇÃO VIA TRATAMENTO DE SEMENTES, PARA CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* EM CULTIVARES DE SOJA (*Glycine max*) COM DIFERENTES PESOS DE MIL SEMENTES

AUTOR: LEO OPPERMANN DA COSTA

ORIENTADORA: SILVIA RENATA SICILIANO WILCKEN

COORIENTADORA: ADRIANA APARECIDA GABIA

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

Prof.ª Dr.ª SILVIA RENATA SICILIANO WILCKEN (Participação Presencial)
Protecao Vegetal / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu UNESP

Pesquisador Dr. MARCELO ROCHA CORRÊA (Participação Presencial)
./ TechField Assessoria & Consultoria Agricola e Ambiental

Dr. JULIO MASSAHARU MARUBAYASHI (Participação Presencial)
./.

Botucatu, 13 de setembro de 2023

DEDICO

A minha mãe Heloisa;

Aos meus irmãos, Abelardo e Valéria;

A minha esposa, Andrea.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora Aparecida pelas oportunidades concedidas.

À minha mãe Heloisa Ribi Oppermann da Costa pelo apoio incondicional.

Aos meus irmãos Abelardo Oppermann da Costa e Valéria Oppermann da Costa, por me ajudarem ao longo dessa caminhada.

À minha esposa Andrea Leopoldino, que me ajudou em todos os momentos.

À Dr^a Silvia Renata Siciliano Wilcken pela orientação, paciência, carinho e amizade.

À minha co-orientadora Dr^a Adriana Aparecida Gabia pela orientação.

A todos os professores e funcionários da FCA.

Ao Paulo e Rafael, por me darem suporte na instalação do projeto.

Agradeço à empresa FMC Química do Brasil LTDA, por sempre me apoiar em todos os momentos os quais se fizeram necessários durante a realização do mestrado.

RESUMO

O nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*), é considerado um dos mais importantes nematoides fitopatogênico para a cultura da soja. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de diferentes doses do produto microbiológico PRESENCE® (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) no controle deste nematoide, aplicados via Tratamento de Sementes, em diferentes cultivares de soja. O experimento foi desenvolvido em vasos, em condições de casa de vegetação, no período 18/01/2023 a 30/03/2023, na Estação Experimental da FMC Química do Brasil LTDA, localizada no Sítio Colibris em Piedade – SP. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e doze tratamentos, sendo 1) Cultivar NA5909 – 50,0 g/100 Kg de semente; 2) Cultivar NA5909 – 100,00 g/100 Kg de semente 3) Cultivar NA5909 – 150,0 g/100 Kg de semente; 4) Testemunha; 5) Cultivar BRS284 – 50,0 g/100 Kg de semente; 6) Cultivar BRS284 – 100,00 g/100 Kg de semente; 7) Cultivar BRS284 – 150,0 g/100 Kg de semente; 8) Testemunha; 9) Cultivar M5917 – 50,0 g/100 Kg de semente; 10) Cultivar M5917 – 100,00 g/100 Kg de semente; 11) Cultivar M5917 – 150,0 g/100 Kg de semente; 12) Testemunha. Aos 30 e 60 dias após a emergência, as plantas foram avaliadas quanto à altura, massa fresca e seca da parte aérea, comprimento peso fresco de raízes e população de *M. javanica* no sistema radicular. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste Anova e Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As cultivares NA5909, BRS284 e M5917 apresentaram desenvolvimento de plantas semelhantes quando tratadas com diferentes doses de PRESENCE®. O tratamento de diferentes cultivares de soja com doses de PRESENCE®, foi eficiente no controle de *Meloidogyne javanica*, até 60 dias após a emergência. Os resultados se mostraram semelhantes em relação as cultivares e doses aplicadas, o que podemos definir a dosagem do produto PRESENCE® por números de sementes por hectare.

Palavras-chave: soja; nematoide; eficácia; cultivares; controle.

ABSTRACT

The root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) is considered one of the most important plant-parasitic nematodes affecting soybean crops. Therefore, this study aimed to evaluate the efficacy of different doses of PRESENCE® in controlling the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, applied through seed treatment in different soybean cultivars. The experiment was conducted in pots under greenhouse conditions from January 18, 2023, to March 30, 2023, at the Experimental Station of FMC Química do Brasil LTDA, located at the Colibris Farm in Piedade – SP, Brazil. The experimental design used was a randomized complete block with four replications and twelve treatments, as follows: 1) Cultivar NA5909 – 50,0 g/100 Kg of seed; 2) Cultivar NA5909 – 100,00 g/100 Kg of seed; 3) Cultivar NA5909 – 150,0 g/100 Kg of seed; 4) Control; 5) Cultivar BRS284 – 50,0 g/100 Kg of seed; 6) Cultivar BRS284 – 100,0 g/100 Kg of seed; 7) Cultivar BRS284 – 150,0 g/100 Kg of seed; 8) Control; 9) Cultivar M5917 – 50,0 g/100 Kg of seed; 10) Cultivar M5917 – 100,0 g/100 Kg of seed; 11) Cultivar M5917 – 150,0 g/100 Kg of seed; 12) Control. At 30 and 60 days after emergence, the plants were evaluated for height, fresh and dry shoot mass, fresh root length, and population of *Meloidogyne javanica* in the root system. The data were subjected to analysis of variance and means comparison using the ANOVA and Tukey's test at a 5% significance level. The cultivars NA5909, BRS284, and M5917 showed similar plant development when treated with different doses of PRESENCE®. The treatment of different soybean cultivars with PRESENCE® doses was effective in controlling *Meloidogyne javanica* up to 60 days after emergence. The results are similar in relation to the cultivars and doses applied, showing that we can determine the dosage of the product PRESENCE® by the number of seeds per hectare.

Keywords: soybean; nematode; efficacy; cultivars; control.

SUMÁRIO

2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Características do nematoide-das-galhas	19
2.2 Estratégias de controle de nematoides na agricultura.....	20
2.3 Desafios no controle do nematoide-das-galhas	23
2.4 Mecanismos de ação dos bionematicidas.....	24
2.5 Presence®: composição e modo de ação.....	26
2.6 Características das cultivares de soja selecionadas.....	27
2.7 Efeitos do nematoide-das-galhas na fisiologia da soja.....	27
2.8 Manejo integrado de nematoides	29
2.9 Perspectivas futuras no controle de nematoides na cultura da soja.....	31
2.10 Impacto econômico do nematoide-das-galhas na cultura da soja.....	33
3 OBJETIVO	35
4 MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1 Local de condução do ensaio.....	36
4.2 Área do ensaio, plantio e cultivares.....	36
4.3 Tratos culturais e manutenção fitossanitária.....	36
4.4 Descrição do produto utilizado.....	36
4.5 Tratamentos utilizados	37
4.6 Aplicação do produto.....	38
4.7 Delineamento Experimental	38
4.8 Método de Inoculação	38
4.9 Método de avaliação	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 Análise biométrica das plantas e número de nematoides nas raízes.....	40
6 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura amplamente cultivada mundialmente, sendo um dos principais produtos de exportação da agricultura do Brasil. Devido ao seu alto teor proteico, pode ser utilizada tanto na alimentação humana quanto animal, bem como um recurso para energia renovável. No entanto, é importante ressaltar que a soja foi modificada ao longo dos anos. Inicialmente, era uma planta rasteira que se desenvolvia por toda costa leste asiática, principalmente ao longo do rio Tangse, na China. Ao longo dos anos, ocorreram cruzamentos naturais entre espécies de soja e, com a evolução da ciência, a soja pode ser cultivada e melhorada geneticamente (EMBRAPA, 2012).

No Brasil, em 2021/22 havia cerca de 38,5 milhões de hectares da agricultura destinados à produção dessa oleaginosa, com uma produção estimada de 135,13 milhões de toneladas e um crescimento de 4,1% em comparação à safra anterior. Cerca de 86,1 milhões de toneladas de grãos de soja produzidos em solo brasileiro foram exportados neste ano, principalmente para o mercado chinês (CONAB, 2021).

No entanto, o aumento da produção da cultura da soja pode ser limitado devido a fatores bióticos e abióticos. Desta forma, as condições do solo e clima favorecem a proliferação de microrganismos como os nematoides, que interferem negativamente no desenvolvimento saudável dessa cultura (Covolo 1988).

Os fitonematoídes são organismos patogênicos que parasitam as raízes de diversas culturas economicamente importantes, como por exemplo a soja. As perdas severas da produção devido a estes fitoparasitas têm sido evidenciadas em culturas por todo o mundo, principalmente nas últimas décadas (Alvez; Barbosa; Lobo; Moraes; Rocha; Rios; 2016).

As espécies que causam maiores danos são: “*Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & Stekhoven, 1941, *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940), *Heterodera glycines* (Ichinohe, 1952), *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 e *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949” (Teixeira, 2013).

As espécies *Meloidogyne javanica* e Chitwood são popularmente conhecidas como nematoides das galhas. Por serem polífagos e impactarem em perdas significativas em diferentes espécies, esses nematoides requerem uma maior atenção, tendo em vista ser necessário conhecer as características de cada espécie

para o manejo e controle, conforme recomendado por Inomoto (2009) em seus estudos.

É importante ressaltar quatro espécies do gênero *Meloidogyne*, dentre os fitonematoides mais considerados de maior potencial pela redução do rendimento agrícola. Com perdas em torno de 30% a 90% da produção da soja suscetível, esse gênero torna-se uma grande ameaça à produção alimentícia em todo o mundo (Ferraz; Mendes; 1992; Moura, 1996; Asmus, 2001).

A espécie de fitonematoide mais comum no Brasil é a *Meloidogyne javanica*, o qual contribui para perdas entre 10% e 40% da produção de soja em solos arenosos ou médio-arenosos. A espécie *M. incognita*, por sua vez, tem a predominância em áreas anteriormente cultivadas com café ou algodão e está associada à sucessão de cultura soja-algodão e soja-milho.

Por formar galhas no sistema radicular das plantas, estes nematoides são facilmente diagnosticados (Asmus, 2001). As galhas são engrossamentos de tamanhos variados na estrutura vegetal com morfologia e/ou função semelhantes às das raízes (Inomoto; Silva, 2011). Nesse local as fêmeas do nematoide ficam alojadas, não sendo possível a remoção destas sem ferir as raízes (Ferraz; Freitas; Oliveira, 2001).

Lordello (1992) relatou que fêmeas são globosas, brilhantes e esbranquiçadas com tamanho que varia de 0,5mm a mais de 2mm. Cada fêmea é capaz de produzir de 400 a 500 ovos, com ciclo de vida variando de 28 a 54 dias. Esses ovos são depositados em uma substância gelatinosa que, previamente, flui pelo ânus, formando massa gelatinosa.

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* apresentam alta competitividade biológica devido ao seu alto grau de polifagia. Sua evolução permitiu o desenvolvimento de estratégias parasitas como as galhas, sendo encontrados em diversas culturas. As galhas são uma resposta citológica da planta hospedeira, como forma de combate ao parasita. No entanto, essa resposta torna-se um tecido nutridor diferenciado favorecendo ao desenvolvimento e reprodução do nematoide (Moura, 1996; Ferraz, 2001).

Ainda de acordo com os autores, as células das plantas atacadas pelo microrganismo sofrem alterações tanto morfológicas (hipertrofias) quanto fisiológicas. O citoplasma fica mais denso e granuloso e apresenta sucessivas divisões nucleares sem apresentar a divisão celular (hiperplasia), tornando-se uma célula gigante, sendo

que o nematoide ingere o conteúdo citoplasmático dessas células modificadas (sítio de alimentação).

Além da intensa formação de galhas, pode-se notar alta emissão de raízes secundárias. As plantas hospedeiras apresentam, na parte aérea, principalmente na parte central das reboleiras, um crescimento lento e desigual, com enfezamento das plantas, tendo o desequilíbrio nutricional também é evidente principalmente por clorose leve a intensa. Também como sintomas pode apresentar necrose entre as nervuras, popularmente conhecido como folha “carijó”, bem como murchamento da planta, principalmente no período mais quente do dia, queda prematura de folhas, declínio vagaroso e diminuição da produção. Tais sintomas variam de acordo com a população do nematoide da espécie de *Meloidogyne* presente na área e no solo durante o plantio e do manejo filotécnico adotado na produção (Lordello, 1992; Ferraz, 2001).

Como estratégia de manejo integrado do nematoide tem-se a utilização de plantas antagonistas, adubação verde, controle e monitoramento químico do solo, utilização de cultivares mais resistentes, rotação de cultura, controle biológico e pousio (Barker; Koenning, 1998). De acordo com Dias-Arieira et al. (2003), cultivares da forrageira *Panicum maximum* e espécies de *Urochloa brizantha* foram eficientes na redução da população de *M. incognita* e *M. javanica*.

A adoção do uso de nematicidas na cultura de soja é uma estratégia considerada eficaz e acessível, no entanto, deve estar associada a outras estratégias, principalmente a rotação de culturas, cultivares resistentes, pousio e plantas antagonistas (Ferreira, 2018). Segundo Ferraz (2006) os nematicidas apenas reduzem a população de nematoides temporariamente, não o extinguindo totalmente, sendo necessária uma rotina constante de aplicações nas áreas afetadas. Neste caso, a associação de diferentes métodos de controle, pode ser definida como uma estratégia de manejo integrada do fitonematoide.

Uma perspectiva promissora no manejo de nematoides é a utilização do controle biológico. Esse método de controle tem o objetivo de reduzir a população parasita através da utilização de seus predadores naturais ou de populações que concorram por alimento e território, ou ainda, antibiose ou indução de resistência. Araújo e Marchesi (2009) relataram que essa abordagem tem apresentados resultados eficazes na diminuição da incidência desses nematoides.

As bactérias e fungos são os principais agentes utilizados no controle biológico de nematoides. A utilização das bactérias do gênero *Bacillus* e os fungos *Trichoderma* spp. têm se mostrado especialmente promissores nesse contexto, oferecendo potenciais estratégias para o controle efetivo desses nematoides (David; 2023).

O controle biológico proporcionado por rizobactérias no solo pode ser utilizado no manejo destes parasitas, já que muitos microrganismos deste grupo são capazes de promover proteção substancial contra os nematoides (Tian; Riggs 2000).

As bactérias do gênero *Bacillus* spp. exibem diversas formas de ação contra os nematoides, incluindo a secreção de toxinas que interferem na formação da cutícula dos ovos do gênero *Meloidogyne*, resultando na inibição da eclosão desses ovos, além de agirem diretamente na mobilidade e mortalidade dos juvenis (Berlitz; Fiuza; Guimarães; Machado; Matsumura; Silva; 2012). Além disso, essas bactérias colonizam a rizosfera, se alimentando dos exsudatos radiculares produzidos pelas plantas e liberando metabólitos secundários que modificam a rizosfera, dificultando a localização das raízes pelos nematoides (Araujo, 2009).

Neste sentido, isolados selecionados de *Bacillus* foram relatados como antagonistas a *Meloidogyne* spp., podendo ser utilizados em programas de controle de nematoides em culturas econômicas (Araujo; Marchesi; 2009).

Assim sendo, em áreas cultivadas com soja, para o controle do nematoide-das-galhas (*M. javanica*) que é muito comum e severo, a aplicação de produtos nematicidas químicos e biológicos em Tratamento de Sementes, é a uma boa recomendação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características do nematoide-das-galhas

O nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) é um dos principais problemas fitossanitários enfrentados pelos produtores de soja (*Glycine max*) em todo o mundo. Esses nematoides são vermes microscópicos que se alimentam das raízes da planta, levando a perdas significativas na produtividade da cultura (Ferreira, 2018).

O ciclo de vida da espécie tem início com a formação do ovo, que passa por um desenvolvimento embrionário resultando no J1 (juvenil de primeiro estágio); em seguida, ocorre a primeira ecdise no interior do ovo, originando o J2 (juvenil de segundo estágio). Com estímulos externos, especialmente condições climáticas favoráveis, como a presença de água e temperatura adequada, o J2 eclode e inicia sua migração em direção ao hospedeiro. A infecção ocorre de forma direta, impulsionada pelo estilete e pela liberação de substâncias provenientes das glândulas esofagianas. Uma vez dentro da raiz, o J2 passa por mais três ecdises, transformando-se nos estádios J3, J4 (juvenil de terceiro e quarto estágio) e, finalmente, atingindo o estágio de fêmea adulta. A duração completa do ciclo varia de 21 a 42 dias, sendo influenciada pelas condições ambientais específicas e pela espécie em questão (Chidichima, 2020).

Além disso, o nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) tem uma alta capacidade de reprodução, o que leva a um aumento rápido no número de indivíduos no solo e a uma infestação ainda mais intensa. Essa capacidade reprodutiva é um dos principais desafios enfrentados pelos produtores na tentativa de controlar essa praga (Dossin, 2020).

Para controlar o nematoide-das-galhas na cultura da soja, existem várias estratégias de controle disponíveis. Entre elas, estão o uso de agentes químicos, biológicos, físicos e culturais. Cada uma dessas estratégias tem suas vantagens e desvantagens, cabendo aos produtores a decisão de escolha da melhor estratégia que se adapta às suas condições locais e à sua capacidade de investimento (Torres, 2018).

A principal desvantagem do uso de agentes químicos é que eles podem ter um impacto negativo no meio ambiente, incluindo a morte de microrganismos benéficos

no solo. Além disso, o uso excessivo de agentes químicos pode levar à formação de populações de nematoides resistentes, o que tornará o controle ainda mais difícil (Silveira, 2021).

Uma das estratégias emergentes no controle de nematoides são os bionematicidas, que são compostos biológicos que oferecem uma alternativa mais sustentável para ser adotada e utilizada. Esses agentes são menos tóxicos para o meio ambiente e, quando usados corretamente, têm menor probabilidade de levar à resistência de nematoides (Vitti, 2009).

Os bionematicidas atuam por meio de vários mecanismos, incluindo a interferência no ciclo de vida do nematoide, a indução de resistência nas plantas e alterações fisiológicas que afetam a sua sobrevivência. Esses mecanismos são altamente específicos para cada tipo de bionematicida e podem variar dependendo da formulação, dos ingredientes ativos e dos métodos de aplicação (David, 2023).

Estudos desenvolvidos por Barros (2010) mostraram que os bionematicidas podem ser eficazes no controle de nematoides em várias culturas agrícolas, incluindo a soja. No entanto, a eficácia desses agentes pode variar dependendo da composição do solo, das condições climáticas e das características específicas da cultura.

2.2 Estratégias de controle de nematoides na agricultura

Os nematoides são uma das principais pragas agrícolas, causando perdas significativas na produção de diversas culturas em todo o mundo. Para controlar essa praga, as estratégias convencionais de controle de nematoides na agricultura incluem métodos químicos, genético, físicos, biológicos e culturais (Chidichima, 2020)

O controle de fitonematoides em áreas de cultivo representa um desafio significativo, e frequentemente os agricultores precisam conviver com esses parasitas, adotando práticas de manejo para reduzir sua densidade populacional. De acordo com Dall' Agnol (2020), estima-se que as perdas causadas por nematoides na cultura da soja alcancem 16,5 bilhões de toneladas de produtividade ao ano. Nesse contexto, a prevenção é considerada o princípio mais crucial e a abordagem mais eficiente para controlar os nematoides, pois visa impedir a disseminação desses parasitas de uma área para outra (Mendes, 2020)

O primeiro passo crucial para o controle dos parasitas na cultura da soja é identificar o nematoide presente na área de cultivo (Asmus, 2014). Devido à complexidade de realizar essa identificação, é recomendado não esperar que os sintomas apareçam para implementar um programa de monitoramento dos nematoides. O monitoramento constante é essencial para identificar os nematoides presentes e sua densidade populacional (Bogiani; Carneiro; Chitarra; Coutinho; Lamas; Perina; Suassuna, 2015).

Posteriormente, é necessário realizar a amostragem, garantindo precisão e confiabilidade através de um número significativo de subamostras. Para representar adequadamente a situação no campo, a amostragem deve levar em conta que a distribuição dos nematoides não é uniforme e que eles tendem a se concentrar nas áreas onde as raízes das plantas estão mais densas. Portanto, a amostragem dentro ou entre 10 e 25 cm próximos à linha de plantio nas áreas com maior concentração de raízes é mais representativa (Gourlat, 2010; (Bogiani; Carneiro; Chitarra; Coutinho; Lamas; Perina; Suassuna, 2015), devendo ser realizadas uma vez por safra com a finalidade de se avaliar a eficácia das práticas de manejo empregadas.

Os métodos químicos são os mais utilizados e consistem na aplicação de produtos químicos que possuem ação nematicida diretamente no solo ou em Tratamento de Sementes. No entanto, o uso indiscriminado desses produtos pode levar à seleção de populações de nematoides resistentes, além de causar impactos ambientais negativos (Souza Junior, 2012).

Os métodos físicos de controle de nematoides, como a solarização do solo, têm sido amplamente utilizados para reduzir a população desses organismos no solo. A técnica consiste em cobrir o solo com plástico transparente, aumentando a temperatura e a umidade no solo, o que pode levar à morte dos nematoides (Messa, 2020).

Os métodos culturais, por sua vez, incluem a rotação de culturas, o uso de variedades resistentes e o manejo adequado do solo. A rotação de culturas é uma estratégia importante para reduzir a população de nematoides, pois reduz a disponibilidade de hospedeiros para esses organismos (David, 2023).

A técnica de rotação de culturas representa uma das estratégias de manejo mais significativas no controle de nematoides, pois demonstra eficiência ao intercalar culturas suscetíveis e não suscetíveis (Asmus, 2014; Almeida; Arieira; Cardoso; Lopes; Miamoto; Ribeiro, 2019), visando principalmente reduzir a presença do

patógeno na área através da diminuição de seu alimento disponível. De acordo com Pinheiro et al., (2013), em áreas de soja infestadas com *M. javanica* ou *M. incognita*, é recomendado realizar a rotação com gramíneas como *urochloa decumbens*, *brizantha* e *ruziziensis*, bem como *crotalária spectabilis* e *ochroleuca*, por um período de um a três anos consecutivos, variando conforme a densidade populacional do nematoide. Dessa forma, a rotação de culturas se mostra como uma prática essencial no manejo integrado de pragas, contribuindo para reduzir a pressão dos nematoides e promovendo a saúde e sustentabilidade do sistema agrícola.

A seleção de variedades resistentes é uma estratégia importante para controlar os nematoides. As cultivares de soja resistentes ao nematoide-das-galhas (*M. javanica*), por exemplo, possuem genes específicos que conferem resistência a esse patógeno (Souza Junior, 2011).

O manejo adequado do solo também é uma estratégia importante para controlar os nematoides, incluindo a manutenção da saúde do solo, matéria orgânica promovendo a promoção da biodiversidade e a melhoria da estrutura do solo (Chidichima, 2020).

O controle biológico tem apresentado resultados promissores ao manter a densidade populacional dos fitonematoides abaixo do nível de dano econômico, através da utilização de agentes de biocontrole. Segundo Aquino (2021), existem mais de 200 organismos que são reconhecidos como inimigos naturais dos nematoides, incluindo fungos e bactérias.

Dentre os agentes de biocontrole, é possível destacar a bactéria pertencente ao gênero *Bacillus* spp. por suas diversas formas de atuação contra os fitonematoides. Essas ações incluem a produção de substâncias antibióticas que inibem a eclosão e locomoção dos nematoides, além da capacidade de colonizar as raízes das plantas, criando uma barreira física e química que dificulta a entrada do patógeno (Teixeira, 2021).

Além disso, o uso de bionematicidas tem sido uma alternativa promissora para o controle de nematoides na agricultura. Esses produtos são compostos por ingredientes ativos que possuem ação nematicida e são produzidos por microrganismos como bactérias e fungos (Silva, 2015).

Os bionematicidas podem ser aplicados diretamente no solo, em tratamento de sementes ou como bioestimulantes em plantas, e têm a vantagem de serem menos tóxicos e mais seletivos do que os produtos químicos convencionais (Miamoto, 2018).

Apesar dos avanços nas pesquisas sobre o controle de nematoides na agricultura brasileira, ainda há muitos desafios a serem superados. A seleção de populações resistentes e a falta de eficácia de muitos produtos são alguns dos problemas enfrentados pelos agricultores (Souza Junior, 2011).

2.3 Desafios no controle do nematoide-das-galhas

A cultura da soja é uma das mais importantes do mundo, e a presença de nematoides-das-galhas representa um sério problema para seu cultivo. O *Meloidogyne javanica* é o mais comum e tem um ciclo de vida curto até quarenta e dois dias, o que o torna capaz de se reproduzir rapidamente e dificultar seu controle. Apesar das estratégias convencionais de controle, como o uso de nematicidas químicos, físicos e culturais, os nematoides-das-galhas ainda são uma ameaça significativa para a produção de soja (David, 2023).

Um dos principais desafios no controle do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) é a capacidade de reprodução desse organismo. Ele pode se multiplicar rapidamente e formar populações resistentes aos métodos de controle convencionais. Além disso, o uso excessivo de tais métodos pode levar à seleção de populações resistentes, tornando-os ineficazes em longo prazo. Portanto, é necessário desenvolver abordagens alternativas e mais sustentáveis para controlar o problema (Castoldi, 2020).

A utilização de bionematicidas tem sido uma estratégia promissora na luta contra os nematoides-das-galhas. No entanto, é importante considerar sua eficácia em diferentes culturas e em diferentes condições de manejo do solo. Além disso, é necessário avaliar os possíveis efeitos colaterais desses produtos na microbiota do solo, para garantir a saúde do solo a longo prazo (Miamoto, 2018).

Outro desafio no controle do nematoide-das-galhas é a presença de populações mistas. É importante desenvolver novos produtos para evitar a seleção dessas populações e promover a rotação de produtos com diferentes mecanismos de ação para evitar a seleção de populações resistentes. Além disso, é preciso avaliar a resistência genética das cultivares de soja e promover o desenvolvimento de novas variedades com resistência múltipla (Torres Júnior, 2018).

A resistência genética é uma abordagem promissora no controle de nematoides-das-galhas. A identificação de genes de resistência e sua incorporação em novas variedades de soja pode ser uma estratégia eficaz para reduzir os danos causados. No entanto, é necessário desenvolver variedades resistentes com maior produtividade e adaptabilidade às diferentes condições de cultivo (Vitti, 2009).

Os nematoides das galhas (*M. javanica* e *M. incognita*) também afetam a fisiologia da soja, com alterações no sistema radicular, absorção de nutrientes, desenvolvimento vegetativo e reprodução. É necessário entender melhor esses efeitos para desenvolver estratégias eficazes de controle. Além disso, é importante avaliar o impacto do nematoide-das-galhas na qualidade dos produtos agrícolas, como a proteína da soja, para garantir a segurança alimentar (Torres Júnior, 2018).

O manejo integrado de nematoides é uma abordagem eficaz para controlar esses organismos. Combinação de diferentes estratégias de controle, como o uso de bionematicidas, rotação de culturas, solarização e adubação equilibrada, pode reduzir a pressão dos nematoides das galhas e promover a saúde do solo. No entanto, é importante avaliar a eficácia dessa abordagem em diferentes condições de manejo do solo e em diferentes culturas (Castoldi, 2020).

A seleção de programas de manejo de solo é crucial para o controle de nematoides das galhas. É necessário considerar a eficácia desses programas no controle desses organismos, bem como sua sustentabilidade agrícola. Além disso, é importante avaliar o impacto desses programas na microbiota do solo e na qualidade dos produtos agrícolas (Vaz, 2014).

A compreensão dos desafios no controle de nematoides das galhas e a identificação de abordagens alternativas e mais sustentáveis podem levar a um cultivo mais seguro e produtivo da cultura da soja. A utilização de bionematicidas, a promoção da resistência genética e o manejo integrado de nematoides são algumas das abordagens que podem ser utilizadas para controlar esses organismos. No entanto, é necessário continuar avaliando sua eficácia em diferentes condições de manejo do solo e em diferentes culturas (Messa, 2020).

2.4 Mecanismos de ação dos bionematicidas

O controle biológico demanda uma análise minuciosa da ecofisiologia da espécie-alvo. Para alcançar êxito na introdução de um agente de controle biológico, é fundamental investigar não somente sua interação com o organismo alvo, mas também sua relação com o ambiente e outras espécies.

De acordo com Parra et al 2002, as principais estratégias de atuação dos agentes de biocontrole são:

- a) Predação - o agente de controle age como predador, alimentando-se diretamente do organismo alvo, reduzindo sua população;
- b) Parasitismo - o agente de controle age como parasita, utilizando o organismo alvo como hospedeiro para completar seu ciclo de vida, resultando na redução da população do hospedeiro;
- c) Competição – o agente de controle compete com o organismo alvo por recursos essenciais, como alimento e espaço, diminuindo assim sua capacidade de sobrevivência e reprodução;
- d) Antibiose - agente de controle produz substâncias químicas ou metabólitos secundários que são tóxicos ou inibidores para o organismo alvo;
- e) indução de resistência - agente de controle estimula a planta ou o hospedeiro a desenvolver mecanismos de defesa próprios, tornando-o mais resistente ao ataque do organismo alvo.

Em geral, os microrganismos empregados como agentes de controle biológico exibem múltiplas ações conforme descritas anteriormente. É essencial que esses microrganismos possuam uma certa tolerância aos produtos químicos comerciais mais comuns, permitindo sua compatibilidade com pesticidas e herbicidas usados rotineiramente (David, 2023).

As alterações fisiológicas induzidas pelos bionematicidas nas plantas também podem contribuir para o controle de nematoides. Estudos mostram que alguns compostos podem induzir a produção de compostos secundários nas plantas, aumentando sua resistência aos nematoides (Messa, 2020).

Apesar das vantagens dos bionematicidas, é importante destacar que esses compostos não devem ser utilizados como a única estratégia de controle de nematoides. O manejo integrado de nematoides, que envolve o uso combinado de diferentes estratégias de controle, é uma abordagem mais eficaz e sustentável para o controle de nematoides em sistemas agrícolas (Silva, 2015).

2.5 Presence®: composição e modo de ação

O bionemático PRESENCE® é um nemático microbiológico utilizado para o controle de nematoides na agricultura comercializado pela empresa FMC, possui registro no MAPA sob o número 1817. Sua composição apresenta como agentes biológicos *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*, na concentração de 200g Kg⁻¹, que agem em sinergia para atingir o seu objetivo que é o controle de nematoides. Além disso, a formulação do PRESENCE® WS (pó dispersível em água) é adaptada para uma aplicação eficiente e segura no campo (Castoldi, 2020).

O modo de ação específico do bionemático PRESENCE® para o controle do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) é baseado na produção de metabólitos secundários e enzimas que interferem no ciclo de vida do nematoide. Esses compostos são capazes de afetar a penetração, migração e reprodução do parasita, reduzindo sua população no solo e, conseqüentemente, os danos causados às plantas (Castro, 2015).

A eficácia do bionemático PRESENCE® no controle de nematoides tem sido amplamente comprovada em diversas culturas agrícolas, incluindo tomate, pimentão, alface, banana e cana-de-açúcar. Em estudos anteriores, foram registrados resultados positivos de redução na população de nematoides, melhoria do vigor das plantas e aumento da produtividade (Silva, 2014).

A aplicação de PRESENCE® deve ser realizada de forma adequada, seguindo as recomendações do fabricante em bula e considerando as condições de cultivo. A aplicação é feita por meio de tratamento de sementes com as máquinas terrestres específicas e uso de tambores rotativos, que proporcionam segurança na aplicação (Souza Júnior, 2012).

A escolha da dosagem adequada do bionemático PRESENCE® também é importante para garantir a eficácia do controle de nematoides. Assim sendo, necessário levar em conta a densidade populacional de nematoides no solo, a resistência genética das plantas hospedeiras e a presença de outros microrganismos antagonistas (Silva, 2015).

Devido à sua ação específica, o uso do bionemático PRESENCE® é considerado uma alternativa sustentável para o controle de nematoides, pois não

apresenta impacto negativo sobre a fauna benéfica do solo além de não deixar resíduos tóxicos nas plantas e no meio ambiente (Messa, 2020).

A escolha da cultivar de soja adequada também é um fator importante para o controle de nematoides. Algumas cultivares são mais resistentes ao nematoide-das-galhas do que outras, devido à presença de genes de resistência específicos. Por isso, a escolha da cultivar deve ser baseada em critérios como produtividade, adaptabilidade e resistência a doenças (Dossin, 2020).

2.6 Características das cultivares de soja selecionadas

Nesta seção, serão apresentadas as características das cultivares de soja selecionadas para o presente estudo na avaliação da eficácia do bionemático PRESENCE® no controle de nematoides das galhas (Ferreira, 2018).

As cultivares de soja selecionadas possuem diferentes níveis de resistência genética a doenças, o que é um fator importante a ser considerado no controle de nematoides. Além disso, as cultivares que foram selecionadas para os experimentos, apresentam suscetibilidade ao nematoide-das-galhas, alta produtividade e adaptabilidade às condições de cultivo da região (Messa, 2020).

A primeira cultivar selecionada foi a BRS 284, conhecida por sua alta produtividade e adaptabilidade às condições de cultivo em regiões com baixo teor de nutrientes no solo. Apesar de não possuir resistência genética ao nematoide-das-galhas, apresenta uma suscetibilidade ao patógeno (Souza Júnior, 2012).

A cultivar M5917 possui resistência ao acamamento e uma exigência entre média a alta em relação a fertilidade da sua planta, além de apresentar alta susceptibilidade aos nematoides das galhas (Messa, 2020).

A cultivar NA5909, apresenta superprecocidade com alta produtividade, máxima estabilidade em diferentes ambientes, possibilidade de escalonar plantio, arquitetura favorável para o controle de doenças e suscetibilidade aos nematoides das galhas (Messa, 2020).

2.7 Efeitos do nematoide-das-galhas na fisiologia da soja

A infestação do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) na cultura da soja pode ter efeitos significativos na fisiologia da planta. Desde o sistema radicular ao desenvolvimento vegetativo e reprodução, o nematoide pode afetar a absorção de nutrientes, a produção de hormônios vegetais e a qualidade da colheita (Messa, 2020).

Um dos efeitos mais notáveis do nematoide-das-galhas na soja é a alteração no sistema radicular. A infestação pode causar uma redução na extensão e densidade das raízes da planta, o que pode limitar a absorção de nutrientes e água. Além disso, o nematoide pode causar a formação de galhas nas raízes, afetando ainda mais a capacidade de absorção de nutrientes (Dossin, 2020).

Outro efeito da infestação do nematoide-das-galhas na fisiologia da soja é a alteração na absorção de nutrientes. A presença do nematoide pode afetar a absorção de nutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio, resultando em deficiências nutricionais e redução da produção (Silva, 2015).

A infestação do nematoide-das-galhas também pode afetar o desenvolvimento vegetativo da soja. A planta pode mostrar sintomas de deficiência nutricional, como amarelecimento das folhas e murcha, além de redução na produção de biomassa. Isso pode afetar a capacidade da planta de tolerar outros estresses ambientais, como seca ou calor excessivo (Dossin, 2020).

A reprodução da soja também pode ser afetada pela infestação do nematoide-das-galhas. A produção de vagens pode ser reduzida, resultando em menor rendimento de sementes, afetando a lucratividade da lavoura. Além disso, a qualidade das sementes pode ser prejudicada, resultando em plantas menos vigorosas e mais suscetíveis a doenças (Miamoto, 2018).

Pelo fato da alta infestação do nematoide-das-galhas na cultura da soja pode interferir significativamente a fisiologia da planta, afetando sua capacidade de absorver nutrientes, produzir biomassa e sementes. É de suma importância o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle de nematoides para garantir a saúde e produtividade da lavoura (Vitti, 2009).

O uso de bionematicidas, como o PRESENCE®, pode ser uma alternativa promissora para o controle do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*). Os mecanismos de ação dos bionematicidas, incluindo a interferência no ciclo de vida do nematoide e a indução de resistência nas plantas (Chidichima, 2020).

No entanto, é importante considerar os efeitos do uso de bionemáticas na microbiota do solo. A preservação de microrganismos benéficos para a saúde do solo é fundamental para garantia da sustentabilidade agrícola e reduzir o risco de problemas futuros com o nematoide-das-galhas (Souza Júnior, 2012).

Além disso, a seleção de cultivares de soja resistentes ao nematoide-das-galhas pode ser uma estratégia eficaz de controle. A identificação de genes de resistência e o desenvolvimento de cultivares resistentes podem diminuir os danos causados pelos nematoides na cultura da soja (Messa, 2020).

O manejo integrado de nematoides também pode ser uma abordagem eficaz para controlar o nematoide-das-galhas na cultura da soja. A combinação de diferentes estratégias de controle, como o uso de bionemáticas, rotação de culturas, solarização e adubação equilibrada, reduz a infestação de nematoides e seus malefícios na planta (Torres Júnior, 2018).

Considerando todos esses fatores, é fundamental explorar abordagens integradas e sustentáveis para o controle do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) na cultura da soja, garantindo a saúde e produtividade da lavoura a longo prazo (Castoldi, 2020).

2.8 Manejo integrado de nematoides

O controle de nematoides é um dos principais desafios enfrentados pelos produtores agrícolas na cultura da soja. Para enfrentar essa questão, o manejo integrado de nematoides é uma abordagem eficaz que envolve a combinação de diferentes estratégias de controle. Dentre elas, destaca-se a associação do uso de bionemáticas, controle químico, rotação de culturas, controle genético, solarização e adubação equilibrada (Souza Júnior, 2012).

Para o controle desses parasitas na soja, é necessário inicialmente realizar a identificação do nematoide presente na área de cultivo (Asmus, 2014). Devido à grande dificuldade de identificar os fitonematoides na área, a recomendação é não esperar os sintomas aparecerem para inserir um programa de monitoramento dos nematoides, reforçando a necessidade de amostragem prévia.

O uso de bionemáticas é uma das estratégias mais promissoras no controle de nematoides na agricultura. Esses produtos são formulados com ingredientes ativos

de origem biológica, que apresentam mecanismos de ação específicos para tal função (Torres Júnior, 2018).

O controle químico constitui é uma importante ferramenta para se manejar nematoides, esse controle pode ser realizado via Tratamento de Semente e aplicação no sulco de plantio, sendo amplamente utilizado como uma ferramenta de fácil aplicação no manejo dos fitonematoides no cultivo de soja. Por ser um produto de classe toxicológica alta, pode ocorrer um alto risco na aplicação, além do alto investimento e dificuldade de obtenção em países subdesenvolvidos (Tejo, 2020).

Recentemente, novas moléculas e técnicas de aplicações vêm sendo estudadas e testadas, a fim de aprimorar a aplicação desses produtos, reduzir os efeitos aos organismos não alvos e tornar uma estratégia eficiente (Silveira, 2021). A Fluazaindolizine é um novo ingrediente ativo que vem sendo estudado a fim de realizar o controle químico dos fitonematoides, pertencente ao grupo químico da sulfonamida, com um aspecto de baixo efeito toxicológico humano e ambiental, que pode torná-la uma nova ferramenta de manejo nova e sustentável (Cardoso; Ferreira; Paes-Takahashi; Silva; Vassallo, et al. 2019).

Existem atualmente dez nematicidas já registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento com recomendação para o controle de nematoides, sendo os ingredientes ativos: abamectina, dazomete, fluensulfona, metam-sódico, terbufós, tiodicarbe, imidacloprido+tiodicarbe, fluopyram e cadusáfos (Pereira, 2020).

A rotação de culturas é outra estratégia importante no manejo integrado de nematoides. Essa prática envolve a alternância de culturas em um determinado período, a fim de interromper o ciclo de vida dos nematoides e reduzir a formação de populações resistentes (Chaves, 2009).

Outra técnica, a solarização do solo utiliza o calor do sol para controlar nematoides e outros patógenos do solo. Essa prática consiste em cobrir o solo com plástico transparente, a fim de aquecer o solo e matar os nematoides presentes (Ferreira, 2018).

A adubação equilibrada é outra estratégia importante no manejo integrado de nematoides. Essa prática envolve a aplicação de fertilizantes de forma equilibrada, a fim de promover o desenvolvimento saudável das plantas e fortalecer sua resistência a doenças e pragas (David, 2023).

De acordo com Vitti (2009), a seleção das estratégias de controle mais adequadas deve considerar as características específicas da cultura em questão, bem

como as condições de cultivo e a presença de outros patógenos do solo. Além disso, é importante considerar a sustentabilidade agrícola no manejo integrado de nematoides. As estratégias de controle devem ser selecionadas de forma a minimizar o impacto ambiental e preservar a saúde do solo (Silva, 2014).

2.9 Perspectivas futuras no controle de nematoides na cultura da soja

A cultura da soja é uma das principais culturas agrícolas do mundo, sendo alvo de diversos patógenos que afetam sua produtividade. Entre esses patógenos, os nematoides das galhas têm recebido atenção especial devido aos seus danos econômicos significativos. O uso de bionematicidas tem se mostrado uma alternativa promissora para o controle desses nematoides. No entanto, Castoldi (2020) ressalta que é importante explorar as perspectivas futuras no controle de nematoides na cultura da soja, visando aprimorar a eficácia do controle e garantir a sustentabilidade da produção.

O desenvolvimento de novos bionematicidas é uma das principais perspectivas futuras no controle de nematoides na cultura da soja. A busca por novas fontes de compostos bioativos e o uso de técnicas como a edição genética têm o potencial de gerar bionematicidas mais eficazes e específicos para os nematoides das galhas. Além disso, é importante considerar o desenvolvimento de formulações mais estáveis e de fácil aplicação, visando reduzir os custos e aumentar a acessibilidade dos bionematicidas aos produtores (Chidichima, 2020).

O melhoramento genético da soja é outra perspectiva promissora no controle de nematoides das galhas. A identificação de genes envolvidos na resistência à infecção por nematoides e a incorporação desses genes em cultivares comerciais podem conferir resistência duradoura à cultura. Além disso, a seleção de caracteres relacionados à resistência aos nematoides pode ser incorporada em programas de melhoramento genético, visando a obtenção de cultivares mais resistentes e adaptadas às diferentes regiões produtoras (Barros, 2010).

O uso de microrganismos benéficos é outra perspectiva importante no controle de nematoides na cultura da soja. A promoção de microrganismos antagonistas na rizosfera pode reduzir a população de nematoides das galhas, enquanto o uso de microrganismos simbioses pode aumentar a resistência das plantas à infecção (Vaz,

2014). A modificação da rizosfera é outra perspectiva importante, considerando que a utilização de plantas de cobertura e a adição de matéria orgânica ao solo podem modificar as condições da rizosfera, favorecendo a atividade microbiana e reduzindo a população de nematoides das galhas. Além disso, a utilização de técnicas como a inoculação de microrganismos benéficos na rizosfera pode aumentar a resistência das plantas à infecção (Messa, 2020).

A identificação de novos agentes de controle biológico é outra perspectiva promissora no controle de nematoides na cultura da soja. A busca por novas espécies de microrganismos e o uso de técnicas como a bioprospecção podem gerar novos agentes de controle biológico mais eficazes e específicos para os nematoides das galhas. Além disso, a utilização de técnicas como a micro-encapsulação de microrganismos pode aumentar a eficácia do controle e prolongar a liberação dos agentes no solo (Chaves, 2009).

A avaliação de novas estratégias de rotação de culturas consiste na escolha de plantas não hospedeiras visando reduzir naturalmente a população de nematoides das galhas no solo, ao passo que o uso de plantas com efeitos alelopáticos pode prejudicar o desenvolvimento dos nematoides. Além disso, a rotação com culturas com diferentes ciclos de crescimento pode reduzir a pressão de infestação e favorecer o controle natural dos diferentes nematoides (Silveira, 2021).

A promoção da capacitação e conscientização dos produtores é também uma importante ferramenta a ser considerada no controle de nematoides na cultura da soja. A difusão de informações e técnicas de manejo adequadas pode permitir aos produtores o uso mais eficiente dos bionematicidas e outras práticas de controle, reduzindo os custos e aumentando a eficácia de controle. Além disso, a promoção de boas práticas agrícolas pode reduzir a infestação por nematoides e garantir a sustentabilidade da produção (David, 2023).

A integração de diferentes estratégias de controle com utilização de técnicas como o manejo integrado de pragas pode permitir a combinação de diferentes práticas de controle, aumentando a eficácia do controle e reduzindo o risco de desenvolvimento de resistência aos bionematicidas. Além disso, a integração de diferentes estratégias de controle pode permitir a redução dos custos, aumento da eficácia de controle e incremento da produtividade da cultura (Ferreira, 2018).

2.10 Impacto econômico do nematoide-das-galhas na cultura da soja

O nematoide-das-galhas é uma das principais pragas da cultura da soja, causando perdas significativas de produtividade e impactando negativamente a cadeia produtiva. A efetividade do controle dessa praga é crucial para manter o desempenho da cultura e garantir a sustentabilidade econômica dos produtores. Desta forma, é importante avaliar o impacto econômico do nematoide-das-galhas na cultura da soja, considerando os custos de controle e, principalmente as perdas de produtividade (Dossin, 2020).

As perdas de produtividade causadas pelo nematoide-das-galhas podem variar de acordo com a cultivar e as condições do solo. Em geral, estima-se que as perdas possam chegar a 50% em áreas onde a população de nematoides é elevada. Essas perdas representam um impacto econômico significativo para os produtores, que precisam investir em medidas de controle para minimizar os prejuízos (Souza Júnior, 2012).

Os custos de controle do nematoide-das-galhas também são relevantes para a análise do impacto econômico da praga na cultura da soja. Os métodos de controle incluem o uso de nematicidas, rotação de culturas, escolha de cultivares resistentes e outras medidas preventivas. No entanto, esses métodos podem ter um custo elevado para os produtores, principalmente em áreas onde a população de nematoides é alta e a frequência de aplicação de produtos de controle é necessária (David, 2023).

O impacto econômico do nematoide-das-galhas na cultura da soja não se limita apenas aos custos de controle e perdas de produtividade. A praga também pode afetar a qualidade dos grãos de soja, reduzindo o valor de mercado da safra. Além disso, o impacto na cadeia produtiva pode ser significativo, afetando a oferta e a demanda por soja no mercado interno e externo (Chidichima, 2020).

O controle efetivo do nematoide-das-galhas na cultura da soja é necessário para garantir a sustentabilidade econômica da atividade agrícola. O uso de práticas integradas de controle, como a rotação de culturas e o uso de cultivares resistentes, pode reduzir os custos de controle e minimizar as perdas de produtividade. No entanto, é importante considerar que a eficácia dessas práticas pode variar de acordo com as condições do solo e a população de nematoides (David, 2023).

A adoção de medidas preventivas para o controle do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) na cultura da soja pode ser uma estratégia mais sustentável e econômica do que o uso de produtos químicos. A escolha de cultivares com resistência comprovada ao nematoide-das-galhas e a rotação de culturas com plantas não hospedeiras podem reduzir a população de nematoides no solo e minimizar o impacto econômico da praga na cultura da soja (Souza Júnior, 2012).

O investimento em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias de controle do nematoide-das-galhas também pode contribuir para a redução do impacto econômico da praga na cultura da soja. A avaliação da eficácia de novos produtos de controle e a identificação de cultivares mais resistentes podem oferecer soluções mais efetivas e sustentáveis para o manejo dessa praga (Miamoto, 2018).

3 OBJETIVO

Avaliar a eficácia de diferentes doses do nematicida biológico Presence® (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) em tratamento de sementes para controle de nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) em diferentes pesos de mil sementes (PMS) e cultivares de soja (*Glycine max*), em condições de casa de vegetação e saber se podemos definir a dosagem do produto Presence® em número de sementes por hectare.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de condução do ensaio

O presente estudo foi conduzido em casa de vegetação, sem controle de temperatura na Estação Experimental da FMC localizada no sítio Colibris, no município de Piedade/SP. Coordenadas geográficas: Altitude: 908 metros, Latitude 23°47'51,85" Sul e Longitude 47°35'21,35" Oeste.

4.2 Área do ensaio, plantio e cultivares

A semeadura da cultura foi realizada no dia 18/01/2023, utilizando como unidades experimentais vasos de capacidade para 5 L com substrato solo + areia 3:2, previamente autoclavado, onde foram acondicionadas duas sementes. As cultivares de soja utilizadas neste estudo foram NA5909; BRS284; M5917, e a sua emergência ocorreu seis dias após a semeadura, em 24/01/2023.

4.3 Tratos culturais e manutenção fitossanitária

Foi realizada no dia 23/02/2023, aplicação de fungicida Fezan Gold (Tebuconazol + Clorotalonil na dosagem de 2000 mL/ha) para controle de oídio (*Erysiphe difusa*) e ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi*), e no dia 10/03/2023, foi aplicado o inseticida Privilege (Acetamiprido + Piriproxifem na dosagem de 150 ml/ha) para o controle de mosca branca (*Bemisia tabaci*).

4.4 Descrição do produto utilizado

Quadro 1 - Descrição Presence®

Nome Comercial/Código	Presence®
Ingrediente Ativo	<i>Bacillus licheniformis</i> + <i>B. subtilis</i> linhagem FMCH001 e FMCH002
Grupo químico	N.A.
Classe de uso	Nematicida Microbiológico
Tipo de Formulação	Pó Dispersível para Tratamento de Sementes – WS
Concentração	200 + 200 g/Kg
Classe toxicológica preliminar	III – Medianamente Tóxico
Registro no MAPA	Nº 1817
Nome Comercial/Código	PRESENCE®

Fonte: AGROFIT (2023)

4.5 Tratamentos utilizados

Foram avaliados 12 tratamentos, sendo três doses do nematicida PRESENCE® para cada cultivar: doses de 50, 100 e 150 g/100Kg de sementes com a cultivar NA5909, BRS284 e M5917. Para cada cultivar foi utilizada uma testemunha como listados no Quadro 2.

Quadro 2 - Tratamentos utilizados no ensaio de eficácia de nematicidas no controle de *Meloidogyne javanica* na cultura da soja

Tratamentos	Produto	Descrição	Dose g de produto / 100 kg de semente	I.A.	PMS
1	PRESENCE®	Cultivar NA5909	50	10	
2	PRESENCE®	Cultivar NA5909	100	20	159
3	PRESENCE®	Cultivar NA5909	150	30	
4	Testemunha	Cultivar NA5909	-	-	
5	PRESENCE®	Cultivar BRS284	50	10	
6	PRESENCE®	Cultivar BRS284	100	20	138
7	PRESENCE®	Cultivar BRS284	150	30	
8	Testemunha	Cultivar BRS284	-	-	
9	PRESENCE®	Cultivar M5917	50	10	
10	PRESENCE®	Cultivar M5917	100	20	199
11	PRESENCE®	Cultivar M5917	150	30	
12	Testemunha	Cultivar M5917	-	-	

Fonte: Leo Costa (2021)

4.6 Aplicação do produto

O tratamento das sementes foi realizado na estação experimental da FMC Química do Brasil Ltda, localizada no município de Paulínia/SP, com o uso do equipamento *NoroGard seed treatment* e uma quantidade de 5Kg de sementes por tratamento.

4.7 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e duas planta por vaso.

4.8 Método de Inoculação

A inoculação do substrato foi realizada três dias após a emergência das plântulas, inoculando 1,5mL de suspensão contendo 1.500 ovos e juvenis de *M. javanica*, 750 nematoides por planta de soja. O procedimento foi realizado em dois orifícios localizados em cada lado da planta, próximos ao colo, com profundidade de aproximadamente 2 cm. Em cada orifício foi adicionado metade da suspensão e em seguida preenchido com solo.

4.9 Método de avaliação

Aos 30 e 60 dias após a emergência (DAE), as plantas foram avaliadas biometricamente, considerando-se à altura de plantas (cm), massa fresca (g) da parte aérea, comprimento e peso fresco de raízes (g). Nessas mesmas ocasiões, foram realizadas as avaliações de densidade de nematoides presentes no solo e nas raízes das plantas de soja. Para o processamento das raízes, as amostras foram encaminhadas para o laboratório localizado na cidade de Piracicaba/SP.

A eficiência dos tratamentos no controle e redução populacional de nematoides foi calculada pela fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925), conforme descrição a seguir: $E\% = [(NVC - NVT) / NVC] * 100$. Em que: E% = Eficiência de controle; NVC = nematoides vivos no controle; NVT = nematoides vivos no tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA e as médias comparadas pelo teste de TUKEY, a 5% de probabilidade de erro com o uso do programa JMP.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise biométrica das plantas e número de nematoides nas raízes

Em relação à altura das plantas demonstrados na Tabela 1, as doses de 150g/100kg de sementes de PRESENCE® apresentaram ter uma tendência de promover plantas mais altas em comparação com as doses de 50 e 100g/100kg de sementes, em várias das combinações de cultivares e tratamentos.

Em geral, as doses de 50 e 100 g/100kg de sementes também contribuíram para um aumento na altura das plantas, embora em menor magnitude do que a dose de 150 g/100kg de sementes. As plantas presentes no tratamento testemunha, indicam alturas mais baixas em ambas as avaliações aos 30 e 60 dias. Contrário aos resultados mostrados, Messa (2020), comentou que plantas com raízes danificadas por nematoides ficam mais sensíveis, sentindo de forma mais acentuada estresses de ordem abiótica. A menor disponibilidade de translocação hídrica e nutricional em virtude das anomalias morfológicas e fisiológicas, porém, nem sempre é visível redução no tamanho das plantas

Conforme relatado por Silva (2014), cada cultivar de soja apresentou comportamento distinto em relação à altura das plantas. A cultivar M5917 foi considerada a mais alta entre as variedades testadas, especialmente aos 30 dias, onde supera as outras. A cultivar NA5909 apresentou altura intermediária em ambos os períodos de avaliação, ao passo que a cultivar BRS 284 apresentou menor em altura na maioria dos casos, exceto para algumas doses específicas, conforme demonstrado na Tabela 1.

De modo geral, ocorreu um incremento na altura das plantas entre os dois períodos de avaliação 30DAE e 60DAE, indicando o crescimento contínuo das plantas de soja. O maior crescimento ocorreu na cultivar M5917, que apresentou um ganho significativo na altura entre os dois períodos avaliados, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Médias obtidas para altura de plantas na cultura da soja, aos 30 e 60 DAE, realizado no município de Piedade/SP, 2023

TRATAMENTOS		ALTURA DE PLANTAS (cm)	
CULTIVARES	DOSE g/100kg de sementes	30 DAE	60 DAE
NA5909	50	19,50 AB ¹	49,00 ABCD
NA5909	100	20,00 AB	44,50 BCDE
NA5909	150	17,75 AB	53,00 AB
NA5909	0	20,00 AB	32,50 F
BRS 284	50	17,75 AB	50,50 ABC
BRS 284	100	19,00 AB	41,50 CDEF
BRS 284	150	16,50 B	47,00 ABCD
BRS 284	0	19,50 AB	36,00 EF
M5917	50	22,50 A	45,00 BCDE
M5917	100	19,25 AB	53,5 AB
M5917	150	21,50 AB	56,00 A
M5917	0	20,50 AB	38,50 DEF
CV % ²		10,68	10,01

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Tukey a 5% de probabilidade. ²Coeficiente de variação.

Fonte: O autor

Considerando a avaliação de peso de raízes (Tabela 2), para todas as cultivares avaliadas, as doses de 50 e 100g/100kg de sementes de, tenderam a proporcionar em maiores pesos de raiz em comparação com as doses de 150 g/100kg de sementes e a testemunha. Aos 30DAE, a dose de 50 g/100kg de sementes mostrou mais eficaz para as cultivares NA5909 e BRS 284, enquanto a cultivares M5917 apresentou maior peso de raiz com para essa dose g/100kg de semente, sendo que a dose de 100 g/100kg de sementes também apresentou bom desempenho. Aos 60DAE, a dose de 50 g/100kg de sementes se mostrou a mais efetiva para todas as cultivares, resultando em pesos de raiz substancialmente maiores do que outras doses e testemunha. Em concordância com as informações fornecidas apresentadas, Silveira (2021), relatou que os microrganismos podem acelerar o crescimento das plantas e sistema radicular diretamente por ação de hormônios ou indiretamente por meio de indução de resistência.

Cada cultivar de soja respondeu de maneira peculiar aos tratamentos em termos de peso de raiz (Tabela 2). A cultivar BRS 284 apresentou maior peso de raiz em relação às outras cultivares, especialmente aos 60DAE, onde superou significativamente as outras. Respondendo positivamente à aplicação da dose de 50 g/100kg de sementes do produto PRESENCE® a cultivares M5917 também

demonstrou um bom desempenho, porém se mostrou mais sensível às doses aplicadas de PRESENCE®, apresentando também uma redução mais acentuada do peso de raiz com doses mais altas. A cultivar NA5909 apresentou menor peso de raiz entre as cultivares testadas, especialmente aos 60DAE. Tais resultados foram diferentes aos obtidos por Silva (2014), em que relatou que as cultivares não interferiram no desenvolvimento de massas das raízes.

Aos 30 DAE, o peso de raiz tendeu a ser menor de modo geral, mas ainda foi possível identificar tendências nos resultados, como a resposta positiva às doses de 50 e 100g/100kg de sementes de PRESENCE®. Aos 60DAE, ocorreu um aumento significativo no peso de raiz em todas as cultivares e tratamentos, com destaque para a dose de 50 g/100kg de semente, que apresentou os maiores resultados de peso de raiz, conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

Em resumo, os resultados indicam que a dose de 50 g/100kg de sementes pareceu ser a mais eficaz para estimular o crescimento das raízes de soja em todas as cultivares testadas, especialmente aos 60DAE. A cultivar BRS 284 apresentou, em geral, o maior peso de raiz entre as cultivares testadas.

Tabela 2 - Média de peso de raiz em plantas da soja, aos 30 e 60 DAE, realizado no município de Piedade/SP, 2023

TRATAMENTOS		PESO DE RAIZ (g)	
CULTIVARES	DOSE g/100kg de sementes	30 DAE	60 DAE
NA5909	50	2,06 ABC ¹	8,59 AB
NA5909	100	1,68 ABC	7,50 AB
NA5909	150	1,66 ABC	4,43 BC
NA5909	0	1,56 BC	2,66 C
BRS 284	50	3,34 AB	11,32 A
BRS 284	100	2,26 ABC	4,92 BC
BRS 284	150	1,46 C	5,85 BC
BRS 284	0	1,55 BC	3,99 BC
M5917	50	3,48 A	7,71 AB
M5917	100	3,15 ABC	7,36 AB
M5917	150	2,68 ABC	5,59 BC
M5917	0	2,70 ABC	5,01 BC
CV % ²		32,17	29,96

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Tukey a 5% de probabilidade. ²Coeficiente de variação.

Fonte: O autor

Araújo (2009), constatou que bactérias do gênero *Bacillus* são capazes de promover o crescimento das plantas por produzirem uma grande quantidade de

metabolitos. Com base nesta afirmação, as doses aplicadas apresentaram um impacto significativo no peso da parte aérea das plantas de soja. (Tabela 3)

Aos 30DAE, a dose de 50 g/100kg de sementes resultou em maiores pesos da parte aérea, especialmente nas cultivares NA5909 e M5917. Aos 60DAE, a dose de 100 g/100kg de sementes se destacou como a que promoveu o maior peso da parte aérea em todas na cultivar NA5909, para as cultivares BRS 284 e M5917, a dose 50g/100Kg de sementes de PRESENCE® se manteve efetiva, proporcionando melhor efeito no rendimento de massa da parte aérea das plantas de soja como pode ser observado na Tabela 3.

Cada cultivar de soja apresentou comportamento distinto em relação ao peso da parte aérea. A cultivar M5917 tendeu a apresentar os maiores pesos da parte aérea em ambas as avaliações, especialmente aos 30DAE. A cultivar NA5909 apresentou pesos intermediários da parte aérea, enquanto a cultivar BRS 284 mostrou inferior em peso da parte aérea na maioria dos casos.

De modo geral, ocorreu um aumento no peso da parte aérea entre os dois períodos de avaliação (30DAE e 60DAE), indicando o crescimento contínuo das plantas de soja. A cultivar M5917 apresentou um incremento substancial no peso da parte aérea entre os dois períodos, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Peso médio da parte aérea das variáveis, cultivares x tratamentos de plantas da soja, aos 30DAE e 60 DAE, Piedade/SP, 2023

TRATAMENTOS		PESO PARTE AÉREA (g)	
CULTIVARES	DOSE g/100kg de sementes	30 DAE	60 DAE
NA5909	50	5,22 AB ¹	10,40 BCD
NA5909	100	3,67 ABC	15,50 A
NA5909	150	3,50 ABC	9,45 BCD
NA5909	0	2,87 BC	7,09 CD
BRS 284	50	3,95 ABC	12,65 AB
BRS 284	100	3,32 ABC	10,90 ABCD
BRS 284	150	2,87 BC	8,95 BCD
BRS 284	0	2,16 C	6,17 D
M5917	50	5,35 A	12,60 AB
M5917	100	3,95 ABC	9,95 BCD
M5917	150	3,52 ABC	11,85 ABC
M5917	0	4,52 ABC	12,45 AB
CV % ²		26,73	18,66

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Tukey a 5% de probabilidade. ²Coefficiente de variação.

Fonte: O autor

As doses de aplicadas do produto PRESENCE® teve um impacto significativo no comprimento das raízes das plantas de soja. VAZ 2014, relatou em seu estudo, o

uso de *Bacillus* na cultura da soja, não promoveu o crescimento das raízes ao longo do tempo, não havendo diferença estatística entre os tratamentos avaliados, não possuindo um efeito benéfico ou deletério para planta.

Os dados demonstrados na Tabela 4, revelou que aos 30DAE, a dose de 50g/100kg de sementes resultou em comprimentos de raiz maiores, especialmente nas cultivares BRS 284 e M5917. Aos 60DAE, a dose de 50 g/100kg de sementes se destacou como dose promotora dos maiores comprimentos de raiz das plantas de soja em todas as cultivares, como demonstrado na Tabela 4. Em um estudo conduzido por Araújo et al. (2009) utilizando *Bacillus subtilis* na cultura do tomateiro, foram constatados impactos positivos provenientes do tratamento biológico, os quais incluíram uma diminuição na taxa de reprodução do nematoide de galha (*Meloidogyne* spp.) e a promoção do crescimento da cultura.

A cultivar M5917 tendeu a apresentar os maiores comprimentos de raiz em ambas as avaliações (30DAE e 60DAE. A cultivar BRS 284 teve comprimentos intermediários de raiz, enquanto a cultivar NA5909 apresentou menor comprimento de raiz em algumas combinações de tratamentos.

Analisando de modo geral, ocorreu um incremento no comprimento das raízes entre os dois períodos de avaliação de um período ao outro, indicando o crescimento contínuo das raízes das plantas de soja. A variedade M5917 apresentou um ganho mais significativo no comprimento das raízes entre os dois períodos, conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Comprimento médio de raiz obtidos das variáveis, cultivares x tratamentos nas plantas da soja, aos 30DAE e 60 DAE, Piedade/SP, 2023

TRATAMENTOS		COMPRIMENTO DE RAIZ (cm)	
CULTIVARES	DOSE g/100kg de sementes	30 DAE	60 DAE
NA5909	50	31,0 ABC ¹	44,00 ABCD
NA5909	100	28,25 ABC	48,75 ABCD
NA5909	150	24,5 ABC	29,00 DE
NA5909	0	23,0 ABC	27,75 E
BRS 284	50	51,0 A	62,50 A
BRS 284	100	42,25 AB	60,00 AB
BRS 284	150	43,75 AB	49,25 ABCD
BRS 284	0	16,0 C	31,25 CDE
M5917	50	36,75 ABC	51,00 ABC
M5917	100	33,0 ABC	54,25 AB
M5917	150	35,5 ABC	44,50 ABCD
M5917	0	42,0 AB	39,75 BCDE
CV % ²		26,15	18,49 ³

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Tukey a 5% de probabilidade. ²Coeficiente de variação. ³Dados transformados para $x^{0,8}$

Fonte: O autor

As doses utilizadas do produto PRESENCE® promoveram um impacto no controle de nematoides na raiz das plantas de soja. Souza Júnior (2012), relatou que é estimado que as perdas possam alcançar até 50% em áreas com alta população de nematoides, ocasionando um impacto econômico considerável para os produtores, que necessitam investir em medidas de controle para mitigar os prejuízos sendo um deles o controle biológico.

De acordo com os dados obtidos na Tabela 5, aos 30DAE, a dose de 150 g/100kg de sementes proporcionou maior controle de nematoides em todas as cultivares avaliadas, enquanto a dose de 50 g/100kg de sementes demonstrou menos eficácia nesse período. Aos 60DAE, a testemunha não apresentou controle de nematoides, e a dose de 50 g/100kg de sementes ainda teve eficácia relativamente baixa nas cultivares. A dose de 150 g/100kg de sementes manteve a performance e promoveu maior controle de nematoides aos 60DAE, com valores consideravelmente superiores em relação as outras doses.

Resultados encontrados por Amorim; Costa; Gabia; Pretto; Santos Neto; Wilcke (2022) indicam que a aplicação de *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformes* na cultura da soja, mostrou uma redução em torno 60% no número de nematoides *Meloidogyne javanica*, quando comparado com as áreas onde não foram tratadas, ajudando a reduzir a população de nematoides da área onde o estudo foi realizado, corroborando com os resultados aqui apresentados.

A cultivar BRS 284 apresentou maiores percentagens de controle de nematoides, especialmente em doses de 50g/100kg de sementes e 150g/100kg de sementes de PRESENCE®, tanto aos 30DAE quanto aos 60DAE. As cultivares NA5909 e M5917 apresentaram eficácia intermediária no controle de nematoides, porém estatisticamente todas as doses e cultivares não apresentaram diferença significativa.

Por fim, ocorreu um incremento na eficácia no controle do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) entre os dois períodos de avaliação (30DAE e 60DAE). Esse incremento foi mais evidente na dose de 150 g/100kg de sementes, a qual apresentou maior eficiência de controle em ambos os períodos, conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Eficácia de controle de nematoides (*Meloidogyne javanica*) obtidos das variáveis, cultivares x tratamentos na raiz da planta de soja, aos 30DAE e 60DAE, Piedade-SP, 2023

TRATAMENTOS		CONTROLE DE NEMATOIDES EM RAIZ			
CULTIVARES	DOSE g/100kg de sementes	30 DIAS	60 DIAS		
		%CONTROLE	%CONTROLE	%CONTROLE	
NA5909	50	650 BC ¹	48,00	1272,50 AB	48,59
NA5909	100	345 BC	72,40	512,00 B	79,31
NA5909	150	312 BC	75,04	437,00 B	82,34
NA5909	0	1250 A	-	2475,00 A	-
BRS 284	50	557 BC	55,44	277,00 B	90,26
BRS 284	100	375 BC	70,00	437,00 B	84,63
BRS 284	150	225 C	82,00	475,00 B	83,29
BRS 284	0	1250 A	-	2842,50 A	-
M5917	50	370 BC	58,29	575,00 B	68,92
M5917	100	337 BC	62,01	312,00 B	83,14
M5917	150	165 C	81,40	137,00 B	92,59
M5917	0	887 AB	-	1850,00 AB	-
CV % ²		41,88		75,13 ³	

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Tukey a 5% de probabilidade. ²Coeficiente de variação. ³Dados transformados em Log x.

Fonte: O autor

6 CONCLUSÕES

Os dados demonstraram que o controle de nematoides na raiz das plantas de soja foi influenciado pelas doses de aplicação, com a dose de 150 g/100kg de semente geralmente apresentando maior eficácia de controle, tanto aos 30DAE como aos 60DAE. Na cultivar de soja BRS 284, foram observadas maiores percentagens de controle de nematoides. Na cultivar M5917 foi obtida eficácia intermediária no controle de nematoides, e na cultivar NA5909 resultados variáveis. Apesar de haver essa diferença em números, estatisticamente os resultados se mostram semelhantes em relação as cultivares e doses aplicadas, mostrando que podemos definir a dosagem por números de sementes por hectare, sendo que em 100Kg de sementes de cada cultivar plantas áreas diferente.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. **A method of computing the effectiveness of an insecticide.** Journal of Economy Entomology, New York, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.
- ARAUJO, F. F.; MARCHESI, G. V. P. **Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro.** Ciência Rural, v. 39(5): 1558-1561, 2009.
- AQUINO, N.C.R.M. **Plantas de cobertura e agentes de biocontrole no manejo de nematoides na cultura do milho.** 2021, 28 f. Dissertação (Mestrado em proteção de plantas) - Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, Urutaí, 2021.
- ASMUS, Guilherme Lafourcade. **Nematoides.** Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sistema_plantio_direto/arvore/CONT000fwuzxobq02wyiv807fiqu9l2sr40w.html. Acesso em 10 de abril de 2023.
- BARKER, K. R.; KOENNING, S. R. **Developing sustainable systems for nematode management.** Annual Review of Phytopathology, n. 36, p. 165-205, 1998.
- BARROS, P. **Variabilidade espacial de atributos químicos e biológicos do solo sob cultivo de cana-de-açúcar.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Concentração em Engenharia de Água e solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2010. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/5662>>. Acesso em: 15/02/2023
- CARDOSO, M.R.; ARIEIRA, C.R.D.; RIBEIRO, N.R.; ALMEIDA, A.A.; MIAMOTO, A.; LOPES, A.P.M. *Crotalaria ochroleuca* Susceptibility to *Heterodera glycines* Races. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, p. 205-209, 2019.
- CASTOLDI, G. **Relação de atributos da fertilidade do solo e a população de *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus sp.* na cultura da soja.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias/Tecnologia sustentável em sistemas de produção e uso do solo e água) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Disponível em: <<http://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1824>>. Acesso em: 10/12/2022
- CASTRO, DBC. **Uso de torta de nim no manejo de fitonematoides em goiabeiras e implicações na variabilidade espacial da nematofauna e atributos do solo.** 2015. Tese (Doutorado em Fitopatologia/Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2015. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/6581>>. Acesso em: 21/03/2023
- CHAVES, A.; SRVL, M.; EMR, P.; LMP, G. **Comunicações Científicas. NEMATOLOGIA, 2009.** Disponível em: <https://nematologia.com.br/files/revnb/33_4.pdf>. Acesso em: 15/03/2023
- CHIDICHIMA, LPS. **Reação de plantas de cobertura a diferentes populações de *Meloidogyne javanica*.** 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de

plantas) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/6580>>. Acesso em: 18/02/2023

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 8 – Safra 2020/21, n.6 – Sexto levantamento, Março, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>.

Costa, L.O.; Amorim, D.J.; Gabia, J.A; Pretto, M.M; Santos Neto, A.R; Gabia, A.A; Wilcken, S.R.S **CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* COM O NEMATICIDA BIOLÓGICO QUARTZO APLICADO EM SULCO DE PLANTIO NA CULTURA DA SOJA**. XXXVII congresso brasileiro de nematologia, 2022, caldas novas.

COVOLO, G. **Nematoídes**. In: SANTOS, O. S. (Coord). A cultura da soja. Rio de Janeiro: Globo, 1998. p. 199-211.

DALL'AGNOL, A. **Os caminhos que levam à alta produtividade da soja**. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/os-caminhos-que-levam-a-alta-produtividade-da-soja/>. Acesso em: 23 de abril de 2023.

DAVID, GQ. **Mecanismos de biocontrole e promoção de crescimento de cepas de *Trichoderma* na cultura da soja**. 2023. Tese (Doutorado em Agronomia/Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, Ilha Solteira, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/243824>>. Acesso em: 09/05/2023

DIAS-ARIEIRA, C. R., FERRAZ, S., FREITAS, L. G. DE, & MIZOBUTSI, E. H. (2003). Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de em *Meloidogyne* incógnita e em *M. javanica* em (Nematoda) - DOI:. Acta Scientiarum. Agronomy, 25(2), 473-477. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v25i2.2163>

DOSSIN, MF. **Ação de fertilizantes orgânicos sob *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* em plantas de soja e tomate**. Tese (Doutorado em Ciência do Solo/Área de Concentração em biodinâmica e Manejo do Solo) -Universidade de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/21990>>. Acesso em: 15/01/2023

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Lagarta falsa-medideira traz preocupação para soja**. 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/em/busca-de-noticias/-/noticia/1462162/lagarta-falsa-medideira-traz-preocupacao-para-soja>>.

FERRAZ, S.; MENDES, M. L. **O nematoíde das galhas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 16, n. 172, p. 37-42, 1992.

FERRAZ, L. C. C. B. **As meloidoginoses da soja: passado, presente e futuro**. In: SILVA, J. F. V. (Org.). Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja. Londrina: Embrapa Soja/Sociedade Brasileira de Nematologia, 2001. p. 15-38.

FERRAZ, L. C. C. B. **O nematoíde *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto**. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, n. 96, p. 23-32, 2006.

- FERREIRA, P.S. **Plantas de cobertura no controle de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica***. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Concentração do solo) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/22481>>. Acesso em: 07/04/2023
- FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D'A. L.; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Viçosa: UFV, 2001, 84 p.
- GOULART, A.M.C. **Análise Nematológica: Importância e princípios gerais**. **Embrapa Cerrados**, v. 299, p. 1-45, 2010.
- INOMOTO, M. M. **Importância do manejo de *Pratylenchus brachyurus*, como manejar nematóides em soja**. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v. 108, p. 4-9, 2009.
- INOMOTO, M. M.; SILVA, R. A. **Importância dos nematóides da soja e influência da sucessão de cultura**. Boletim de Pesquisa da soja 2011, Rondonópolis, n. 15, p. 392-399, 2011.
- LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1992. 314 p.
- MACHADO, V.; BERLITZ, D. L.; MATSUMURA, A. T. S.; SANTIN, R. D. C. M.; GUIMARÃES, A.; SILVA, M. E. D.; FIUZA, L. M. **Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematóides**. Oecologia Australis, v. 16(2): 165-182, 2012.
- MENDES, S.P.S.C. **Associação de métodos de controle para o manejo de fitonematoides em soja no cerrado**. 2020. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde, Rio Verde, 2020.
- MESSA, VR. **Controle biológico de fitonematóides mediante aplicação de fungos nematófago e micorrízicos na cultura da soja**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitossanidade e Controle Alternativo) - Universidade Estadual Do Oeste do Paraná, Paraná, 2020. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/4871>>. Acesso em: 01/05/2023
- MIAMOTO, A. **Reação de *Macrotyloma axillare* cv. Java a fitonematoides e histopatologia da interação com *Meloidogyne javanica***. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de plantas) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/6597>>. Acesso em: 14/01/2023
- MORAES, D.B.; ROCHA, M.R.; RIOS, A.D.F.; ALVES, G.C.S.; LOBO, L.M.; BARBOSA, K.A.G. **Reação de cultivares de soja ao nematoide das lesões**. UFG-Goiania, GO, 2016.
- MOURA, R. M. **O Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose**. Parte I. In: LUZ, W. C.; FERNANDES, J. M.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Ed.). Revisão Anual de Patologia de Plantas. Passo Fundo: RAPP, 1996. v. 4, cap. 6, p. 209-244.

PARRA, J. R. P. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002.

PEREIRA, B.VB. **EFICIÊNCIA DE NEMATICIDAS QUÍMICOS, BIONEMATICIDAS E EXTRATOS VEGETAIS NO CONTROLE DE *Pratylenchus brachyurus* EM SOJA**. 46 2020. 38 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Proteção de Plantas) - Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, Urutaí, 2020.

PERINA, F., COUTINHO, W., SUASSUNA, N., CHITARRA, L., BOGIANI, J., LAMAS, F., CARNEIRO, R. Manejo de fitonematoídes na cultura do algodoeiro. **Embrapa Algodão- Comunicado Técnico**, v. 376, p. 1-9, 2015.

PINHEIRO, J.B.; PEREIRA, R.B.; CARVALHO, A.D.F.; RODRIGUES, C.S. **Manejo de nematoídes na cultura do quiabeiro**. **Embrapa hortaliças**, v.127, p. 1-6, 2013.

SILVA, ACF. **Reação de genótipos de soja ao *Pratylenchus brachyurus***. 2014. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas/Genética e Melhoramento de Plantas -Universidade de Goiás - Goiânia, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4411>>. Acesso em: 13/03/2023

SILVA, C.A.T. **Potencial do crambe para o manejo de nematoíde das lesões radiculares e das galhas na cultura da soja**. 2015. Dissertação (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas -Universidade Estadual de Maringá - Maringá, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/1158>>. Acesso em: 10/02/2023

SILVA, M.G.; FERREIRA, A.; CARDOSO, G.F.G.; VASSALLO, C.; PAES-TAKAHASHI, V.S. **Fluazaindolizine – Uma nova ferramenta no manejo integrado de nematoídes na cultura da cana-de-açúcar**. Xxxvi congresso brasileiro de nematologia, 2019, caldas novas, anais... Xxxvi congresso brasileiro de nematologia, 2019. P. 1. 2019. 1 cd room

SILVEIRA, R. S. **Importância e manejo de nematoídes em lavouras de soja no Brasil e perspectivas futuras**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) - Universidade de Brasília - Brasília, 2021. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/29566>>. Acesso em: 01/05/2023

SOUZA JÚNIOR, JDA. **Análise funcional de genes de *Meloidogyne incognita* envolvidos na interação planta-nematoíde**. 2011. Tese (Doutorado em Biologia Molecular/ Departamento Biologia Celular) - Universidade de Brasília - Brasília, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/10451>>. Acesso em: 25/03/2023

TEIXEIRA, S.J.C. **Interação entre plantas de cobertura e agentes de biocontrole no manejo de nematoídes na cultura da soja**. 2021. 27 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, Urutaí, 2021.

TEIXEIRA, R.A. **Reação de cultivares de Soja a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica***. UFG, 2013.

TEJO, D.P.; FERNANDES, C.H.S.; BURATTO, J.S. **Fitonematoides e Estratégias Adotadas em seu Controle**. Ensaio, v. 24, p. 126-130, 2020.

TIAN, H. L.; RIGGS, R. D. Effects of rhizobacteria on soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*. Journal of Nematology, Hanover, v. 32, n. 2, p. 377-388, 2000.

TORRES JÚNIOR, G.A. **Avaliação de variedades de feijão-caupi ao parasitismo de *Meloidogyne incognita***. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande - Pombal, 2018.

Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/18594>>. Acesso em: 15/04/2023

VAZ, L. A. **Estirpes de *Bacillus thuringiensis* como promotoras de crescimento vegetal e no controle de pragas em diferentes culturas**. 2014. Dissertação

(Mestrado em Agronomia/Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/16434>>. Acesso em: 15/04/2023

VITTI, AJ. **Tratamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) com abamectina, tiabendazol e acibenzolar-S-metil no manejo de nematóides**. 2009.

Dissertação (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal -Universidade Federal de Goiás - Goiânia, 2009. Disponível em:

<<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/446>>. Acesso em: 27/03/2023