



## **CURSO DE BACHAREL EM AGRONOMIA**

# **BIODEFENSIVOS INDUTORES DE RESISTÊNCIA SISTÊMICA NO MANEJO DE NEMATOIDE NA SOJA**

**Ludimila Lopes da Silva**

**Rio Verde – GO**

**2023**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE.  
BACHAREL EM AGRONOMIA**

**BIODEFENSIVOS INDUTORES DE RESISTÊNCIA  
SISTÊMICA NO MANEJO DE NEMATÓIDES NA SOJA**

**LUDIMILA LOPES DA SILVA**

Trabalho de Curso Apresentado ao Instituto  
Federal Goiano – Campus Rio Verde, como  
requisito parcial para a obtenção do Grau de  
Bacharel em Agronomia

Orientadora Profa. Dr<sup>a</sup>. Fernanda Farnese  
Coorientador Prof. Dr. Eduardo Souza Freire

Rio Verde – GO

2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

S586b Silva, Ludimila Lopes  
Biodefensivos indutores de resistência sistêmica  
no manejo de nematoides na soja / Ludimila Lopes  
Silva; orientadora Fernanda dos Santos Farnese ; co-  
orientador Eduardo Souza Freire. -- Rio Verde, 2023.  
27 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Agronomia) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2023.

1. Glycine max L.;. 2. Bacillus sp.;. 3. Controle  
biológico. I. dos Santos Farnese , Fernanda , orient.  
II. Souza Freire, Eduardo, co-orient. III. Título.

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

Biodefensivos indutores de resistência sistêmica no manejo de nematoide na soja

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

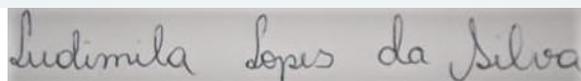
### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais



Documento assinado digitalmente  
FERNANDA DOS SANTOS FARNESE  
Data: 14/08/2023 10:13:42-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ciente e de acordo:

---

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 52/2023 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

### ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao nono dia do mês de agosto de 2023, às 14:00 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Fernanda dos Santos Farnese (Orientadora), Marconi Batista Texeira (membro) e Maysa Siqueira Gonçalves da Silva (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Biodefensivos indutores de resistência sistêmica no manejo de nematoides na soja” da estudante Ludimila Lopes da Silva, Matrícula nº 2019102200240430 do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano - Campus Rio Verde. A palavra foi concedida a estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora. Conforme estabelecido no regulamento de TC do IF Goiano, e após prévia concordância da Banca, a Orientadora e Presidente da Banca, Fernanda Farnese, assinou a ata em nome do membro externo do IF Goiano, Maysa Silva.

*(Assinado Eletronicamente)*

Fernanda dos Santos Farnese

Orientador(a)

*(Assinado Eletronicamente)*

Marconi Batista Teixeira

Membro

*(Assinado Eletronicamente)*

Maysa Siqueira Gonçalves da Silva

Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marconi Batista Teixeira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/08/2023 10:06:49.
- **Fernanda dos Santos Farnese**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/08/2023 09:55:30.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 10/08/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 520104

Código de Autenticação: eedec3ffdb



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Rio Verde  
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970  
(64) 3624-1000

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre me guiar.

Aos meus familiares por todo o apoio incondicional em todos os momentos, ao meu pai Wanderley e minha mãe Joselene, aos meus irmãos Laila e Lucas. Aos que mais me impulsionaram até aqui meus pacotinhos de amores que são meus sobrinhos, as luzes da minha vida.

Quero agradecer ao meu namorado José Wellington, obrigado pelo companheirismo, incentivo e apoio em todos esses momentos que estive ao meu lado, bem como dividiu ativamente as minhas felicidades e aflições durante esses 4 anos e meio.

Agradeço em especial minha tia Juciene por sempre me apoiar e me dar conselhos durante essa minha jornada, tenho a agradecer a minha avó Josefa e todas tias e tios que sempre me apoiaram, cada um teve sua parcela de contribuição durante minha formação.

Agradeço aos meus orientados por me auxiliar durante essa jornada de desenvolvimento de trabalhos. Ao Eduardo Freire, Camila e Maysa por sempre estarem comigo durante esse ano de muito trabalho e aprendizado são pessoas muito especiais para mim. Aos amigos do laboratório Nova Terra Instituto que me ajudaram muito no desenvolvimento desse trabalho de final de curso.

Aos meus amigos e amigas em especial a Larysse e Jaqueline que sempre estivemos juntas durante esses 4 anos e meio de graduação. Agradeço as minhas Marias que são amigas para toda vida, Maria Eduarda que é minha outra metade e Maria Beatriz amiga que cruzou meu caminho na faculdade e vamos firmes além da vida.

Aos professores e o Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde pela oportunidade de dar início e agora finalizar um curso que sempre quis fazer.

E por fim, a todas as pessoas que por algum motivo contribuiu para minha formação, obrigado a todos.

## RESUMO

Silva, Ludimila Lopes. **Biodefensivos indutores de resistência sistêmica no manejo de nematoides na soja**. 2023. 27p Monografia (Curso Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2023.

Devido a produção em larga escala, a soja é acometida por diversos problemas fitopatológicos, destacando-se os nematoides. Os principais nematoides na cultura são os formadores de galhas (*Meloidogyne* spp), de cisto (*Heterodera glycines*) e os causadores de lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*). Objetivou-se avaliar a eficácia e praticabilidade agrônômica do hormônio ácido indolacético (Stimutrop<sup>®</sup>) e das bactérias *Bacillus amyloliquefaciens* CNPS03202, *B. velezensis* CNPS03602 e *B. thuringiensis* CNPS03915 (Biomagno<sup>®</sup>) no manejo de *M. incognita in vitro* e *P. brachyurus in vivo* na cultura da soja. Os experimentos foram conduzidos na Universidade de Rio Verde (UniRV, Rio Verde – GO). Nos estudos utilizou-se sementes de soja cultivar NEO680IPRO. No ensaio *in vitro* o delineamento foi de blocos ao acaso, contendo oito repetições e quatro tratamentos, realizou-se avaliações de infectividade e reprodutibilidade. Os dados foram submetidos ao Teste de Scott-Knott. No ensaio *in vivo* o delineamento foi de blocos ao acaso, em arranjo fatorial, com três métodos de aplicação, cinco tratamentos e oito repetições por tratamento. Aos 15 dias após a última aplicação dos tratamentos nas plantas, avaliou-se o número de ovos e de juvenis de estágio por grama de raiz e por sistema radicular. Os dados foram submetidos à análise fatorial ao software RStudio. Os biodefensivos Stimutrop<sup>®</sup> e Biomagno<sup>®</sup> induziram resistência sistêmica à *M. incognita* na soja, assim como o Biomagno em casa de vegetação com *P. brachyurus* na soja.

**Palavras-chaves:** *Glycine max* L.; *Bacillus* sp.; controle biológico.

## ABSTRACT

Silva, Ludimila Lopes. **Biopesticides inducing systemic resistance in the management of nematodes in soybean crop**. 2023. 27p Monografia (Curso Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2023.

Due to large-scale production, soybeans have in turn several phytopathological problems with diseases and nematodes. Nematodes are currently very important pests in soybean crops, among the most harmful to the crop we have gall-forming (*Meloidogyne spp*), cyst (*Heterodera glycines*) and root lesions (*Pratylenchus brachyurus*). In this sense, the objective of this work is to evaluate the efficacy and agronomic practicability of the indoleacetic acid hormone (Stimutrop®) and the bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* CNPSO3202, *B. velezensis* CNPSO3602 and *B. thuringiensis* CNPSO3915 (Biomagno®) in the management of *Meloidogyne incognita* in vitro and *Pratylenchus brachyurus* in vivo in soybean culture. The experiments were conducted at the University of Rio Verde (UniRV, Rio Verde – GO). In the studies, soybean seeds cultivar NEO680IPRO were used. In the in vitro assay, the design was randomized blocks, containing eight replications and four treatments, evaluations of infectivity and reproducibility were performed. Data were submitted to the Scott-Knott test. In the in vivo assay the design was randomized blocks, in a factorial arrangement with three methods of application, five treatments and eight replicates per treatment, the evaluation was 15 days after the last application of the treatment in the plants, where the number of eggs and total J2 per gram of root and per root system was evaluated. The data were submitted to factor analysis using the RStudio software. It is concluded that the biopesticides Stimutrop® and Biomagno induced systemic resistance to *Meloidogyne incognita* in soybean, as well as Biomagno® in greenhouse with *Pratylenchus brachyurus* in soybean crop.

**Keywords:** *Glycine max* L.; *Bacillus* sp.; biological control.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	10
2.1	Cultura da soja no Brasil .....	10
2.2	Nematoides .....	10
2.3	Nematoides de galhas ( <i>Meloidogyne</i> spp.).....	11
2.4	Nematóide de lesões radiculares ( <i>Pratylenchus brachyurus</i> ) .....	11
2.5	Controle biológico .....	11
2.6	Indução de resistência .....	12
3	OBJETIVOS.....	12
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1	Ensaio <i>in vitro</i> .....	12
4.1.1	Obtenção de ovos <i>Meloidogyne incognita</i> .....	12
4.1.2	Ensaio <i>in vivo</i> .....	13
4.1.3	Avaliações .....	13
4.2	Ensaio casa de vegetação <i>in vivo</i> .....	14
4.2.1	Avaliações .....	15
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
5.1	Ensaio em laboratório .....	15
5.1.1	Ensaio em casa de vegetação.....	16
5.1.2	Avaliação de espécimes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por sistema radicular de soja	16
5.1.3	Avaliação de espécimes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por grama de raiz de soja	18
5.1.4	Avaliação de ovos de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por sistema radicular de soja	19
5.1.5	Avaliação de ovos de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por grama de raiz de soja	20
6	CONCLUSÃO.....	22
7	REFERÊNCIAS .....	23

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Descrição dos tratamentos, aplicações e dose. Rio Verde, 2023.....	13
TABELA 2 - Descrição dos métodos de aplicação. Rio Verde, 2023 .....	14
TABELA 3 - Descrição dos tratamentos e modos de aplicação. Rio Verde, 2023.....	14
TABELA 4 - Avaliação de reprodutibilidade de <i>Meloidogyne incognita</i> em plantas de soja cultivadas <i>in vitro</i> em função dos tratamentos.....	15
TABELA 5 - Avaliação de infectividade de <i>Meloidogyne incognita</i> em plantas de soja cultivadas em <i>in vitro</i> em função dos tratamentos.....	16
TABELA 6 - Resumo da análise de variância para a variável espécimes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por sistema radicular da soja .....	16
TABELA 7 - Comparação de médias entre os tratamentos testados e as testemunhas adicionais.....	17
TABELA 8 - Número de espécimes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por sistema radicular de soja em função das épocas e formas de aplicação de Biomagno® .....	17
TABELA 9 - Resumo da análise de variância para a variável de juvenis de segundo estágio de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por grama de sistema radicular de soja.....	18
TABELA 10 - Comparação de médias entre os fatores utilizados e as testemunhas adicionais.....	18
TABELA 11 - Número de J2 por grama em função das épocas e formas de aplicação de Biomagno® .....	19
TABELA 12 - Resumo da análise de variância para a variável ovos de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por sistema radicular de soja .....	29
TABELA 13 - Comparação de médias entre os fatores utilizados e as testemunhas adicionais.....	20
TABELA 14 - Número de ovos de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por sistema radicular de soja em função das épocas e formas de aplicação de Biomagno® .....	20
TABELA 15 - Resumo da análise de variância para a variável ovos de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por grama de raiz de soja .....	21
TABELA 16 - Comparação de médias entre os fatores utilizados e as testemunhas adicionais.....	21

TABELA 17 - Número de Ovos por grama em função das épocas e formas de aplicação de Biomagno <sup>®</sup> , 2023.....	21
--	----

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max L. Merrill*) é de suma importância para a economia nacional e mundial. No Brasil, estima-se para safra 2022/23, uma produção superior a 154,6 milhões de toneladas no ano de 2023 (Conab, 2023). Dentre os principais produtos extraídos dessa oleaginosa destacam-se a produção de óleo vegetal, formulados para ração animal, processos esses que trazem caráter econômico ao nosso mercado (Silva, 2022).

Devido a produção em larga escala, a soja é afetada por diversos agentes fitopatogênicos durante seu ciclo, dentre eles pode-se citar; antracnose, podridão seca, mancha parda, mancha alvo, ferrugem asiática, entre outras (Embrapa, 2014). Além das doenças, os fitonematoides são outra problemática, os que conferem maiores danos a cultura são os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.), do cisto da soja (*Heterodera glycines*) e os causadores de lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) (Dias et al., 2010).

Os nematoides de galhas são endoparasitas sedentários que invadem as raízes das plantas, causando manchas em reboleiras, resultando em plantas com porte baixo e amareladas. Outros sintomas comuns incluem murcha durante as horas mais quentes do dia, sintomas de deficiência nutricional e queda das folhas. Devido a todos esses fatores, que acarretam perdas tanto nutricionais quanto qualitativas para as plantas, torna-se essencial adotar métodos profiláticos para controlar esse nematoide. O conhecimento do ciclo de vida do hospedeiro é fundamental para alcançar sucesso nesse controle (Grigolli e Asmus, 2014). O ciclo de vida desse gênero tem duração de aproximadamente três a quatro semanas na cultura da soja, sendo fortemente influenciado pela temperatura ambiente. Ao final deste período, cada fêmea é capaz de produzir até 2.500 ovos, através de um processo chamado partenogênese mitótica. Essa quantidade pode variar de acordo com a espécie do nematoide, o estado nutricional da planta e a densidade populacional do patógeno na região. Identificar a presença do nematoide na área é de extrema importância para implementar métodos efetivos de controle (Almeida et al., 2005).

Os nematoides das lesões radiculares são endoparasitas migratórios parasitas de raízes com ampla gama de hospedeiros. Uma vez na raiz da planta, migram pelo córtex radicular, provocando lesões necróticas nas raízes e, conseqüentemente, viabiliza a entrada de fungos e bactérias patogênicas (Tejo, Fernandes e Buratto, 2020). O ciclo de vida é em torno de 45 dias. Entre os fatores que podem influenciar o aumento populacional desse nematoide é o cultivo mínimo, solo com de pH baixo e texturas arenosas. A fêmea ovoparasita no interior das raízes e/ou no solo, variando entre 80 e 150 ovos (Grigolli e Asmus, 2014).

Dentre os métodos de controle para esses nematoides destacam-se o manejo cultural, genético, químico e o biológico (Amaro & Machado, 2018; Rodrigues et al., 2018; Machado et al, 2016; Tejo, Fernandes e Buratto, 2020). Contudo, o manejo biológico tem sido amplamente explorado e pesquisado, devido sua eficácia e baixo impacto ambiental (Gottens, 2016; Coimbra e Campos, 2005).

Bactérias do gênero *Pseudomonas* e *Bacillus* têm sido bastante estudadas por apresentarem diferentes modos de ação no manejo do patógeno: antibiose, parasitismo, predação, competição e indução de resistência. Além disso, podem promover simbiose

com as plantas, formando um biofilme nas raízes e as protegendo de patógenos (Maurício, 2019). Isolados de *Bacillus* utilizados no controle biológico podem atuar de duas formas, direta e indireta, com competições e espaços, síntese de substâncias antimicrobiana, compostos voláteis e liberação de exsudatos (Pérez – García et al., 2011; Mauricio, 2019; Lahlali et al., 2022).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura da soja no Brasil

A soja (*Glycine max L. Merrill*) é uma cultura com relatos de cultivo na China há cerca de cinco mil anos seu provável centro de origem é o Leste Asiático, considerado como centro primário e a região Central da China é considerada centro secundário (Perdigão et al., 2019). O primeiro relato de soja registrado no Brasil foi atribuído pelo professor Gustavo D'Utra, em 1882. A iniciativa não obteve êxito, pois o material testado não se adaptou a região. Apenas nos anos 40, quando semeada no estado do Rio Grande do Sul, a cultura obteve um bom estabelecimento e desenvolvimento (Amélio Dall'Agnol, 2016).

Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de soja seguido pelos Estados Unidos e Argentina, com levantamento estimado de 154,6 milhões de toneladas para safra 2022/23 (Conab, 2023). A soja possui um papel importante para economia nacional e internacional sendo uma das principais commodities produzida no mundo (Favoreto et al., 2019).

Diante da influência do Brasil como produtor de alimentos para o mundo intensificou-se o uso dos recursos naturais e do solo para atender as altas demandas de produtividade. Essa intensificação criou condições propícias para o desenvolvimento de organismos prejudiciais ao setor agrícola, incluindo fatores tanto abióticos quanto bióticos, como é o caso dos fitonematoides. Estes últimos representam um exemplo de organismos que causam perdas significativas nas plantações.

### 2.2 Nematoides

Os nematoides são um dos principais patógenos das plantas cultivadas, prejudicando o crescimento, qualidade e rendimento, gerando fortes perdas econômicas (Belle e Fontana, 2018). São vermes invertebrados, com corpo alongado e cilíndrico, com uma estrutura conhecida como estilete, no qual é usado para nutrir-se de conteúdos celulares das plantas, principalmente do parênquima do córtex, das células epidermes e do sistema vascular da raiz (Goulart, 2008).

Considerados como uma das principais pragas agrícolas em todo o mundo, os nematoides parasitas são responsáveis por cerca de U\$ 157 bilhões por perdas de produções agrícola anuais em todo mundo (Zhang et al., 2017). No Brasil, estima-se que ocorra perdas anuais acima de R\$ 35 bilhões anual e na cultura da soja estima-se prejuízos de R\$ 16,2 bilhões (Machado, 2015). Os nematoides se especializaram em

parasitar não somente raízes, mas plantas subterrâneas, parte áreas desde caules até sua floração (Cares e Tenente, 2007).

Dentre os principais nematoides que causam sérios danos econômicos temos o nematoide de galhas (*Meloidogyne* spp.), o de cisto (*Heterodera glycines*) e causadores de lesões-radiculares (*Pratylenchus brachyurus*). O manejo sempre deve se dar de forma integrada, sendo o genético, cultural, biológico e químico os mais utilizados na produção de grãos (Favoreto et al., 2019).

### **2.3 Nematoides de galhas (*Meloidogyne* spp.)**

O *Meloidogyne* é considerado o primeiro gênero entre os dez principais nematoides que parasitam as plantas pela comunidade científica (Jones et al., 2013). Mais de 90 espécies do gênero *Meloidogyne* são conhecidas, mas dentre as que causam danos econômicos destacam-se: *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla* e *M. incognita*, sendo a última, responsável por 64% das áreas infectadas (Machado et al., 2012).

Ao penetrar-se no sistema radicular das plantas, estes nematoides formam estruturas denominadas galhas e podem ocasionar murchas nas plantas durante o período mais quente do dia. Devido ao comprometimento do sistema radicular, as plantas desenvolvem-se mais lentamente, apresentando sintomas de deficiência nutricional, abortamento de folhas, clorose, redução da capacidade em absorver e translocar água e nutrientes, redução na produtividade ou, dependendo da infestação, inviabiliza o cultivo (Nunes, Monteiro e Pomela, 2010).

### **2.4 Nematóide de lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*)**

Existem registros de mais de 70 espécies distribuídas em todo o mundo do gênero *Pratylenchus*, parasitando diferentes hospedeiros. No Brasil, as espécies mais importantes são: *P. brachyurus*, *P. zae* e *P. coffeae* devido as perdas econômicas, distribuição geográfica e polifagia (Goulart, 2008).

*Pratylenchus brachyurus* é endoparasita migrador e intracelular. Ao penetrar na raiz ocorre uma redução no crescimento radicular, acompanhada por formação de lesões devido a morte celular, retardando o crescimento das plantas e aumentando a suscetibilidade destas, quando submetidas a estresse hídrico (Jones et al., 2013).

### **2.5 Controle biológico**

O controle biológico surgiu em 1950, como uma alternativa menor impacto ambiental, associado a alta eficácia no manejo de pragas agrícolas (Bettiol, Wagner; Morandi, Marcelo AB, 2009). O princípio do manejo biológico é a redução de patógenos e pragas utilizando um ou mais organismos vivos, como fungos, insetos, bactérias ou outros, além de produtos oriundos destes, por exemplo, metabólitos (Nascimento et al., 2022). O controle biológico atualmente entra como uma das opções no manejo integrado de doenças de planta, consolidando seu espaço no mercado agrícola, com alto crescimento no número de produtos registrados nos últimos anos (Farias, 2019). Mais de 200

organismos diferentes são considerados inimigos naturais dos nematoides, 80% dos produtos registrados para manejo de nematoides são a base de bactérias e 20% são a base de fungos (Aquino, 2021; Carneiro et al., 2020).

Atualmente vários produtos do gênero *Bacillus* são comercializados, sua formulação são gram positivas e possuem capacidade de resistir em adversas condições, viabilizando seu uso no cerrado. Possuem diferentes modos de ação, como produção de toxinas, parasitismo, enzimas ou antibióticos, competição por nutrientes, interferência no reconhecimento do hospedeiro e indução de resistência sistêmica na planta. (Machado, Kaneko e Pinto, 2016).

## **2.6 Indução de resistência**

A indução de resistência se dá através da ativação dos mecanismos latentes de resistência de uma planta (indutores/eliciadores), através do contato com agentes bióticos ou abióticos (Pascholati, Melo e Dalio, 2015). Essa ativação do mecanismo de defesa acontece inicialmente ao reconhecer algum agente agressor na planta, seguido da ativação de barreiras químicas e físicas envolvidas durante o processo (Araújo, et al., 2015).

As reações das plantas a determinado patógeno podem ser de ordem genética ou induzida, ocorrendo a defesa após iniciada uma infecção. A resistência induzida pode ocorrer por fatores bióticos (patógenos ativos, metabólitos, linhagens etc.) ou abióticos (ácido salicílico, acibenzolar-S-metil, ácido dicloroisonicotínico etc.), que ativam o sistema de defesa das plantas entre várias etapas e rotas potencializada (Melo-Filho e Guenther, 2015).

## **3 OBJETIVOS**

Avaliar a eficácia e praticabilidade agrônômica do hormônio ácido indolacético (Stimutrop<sup>®</sup>) e das bactérias *Bacillus amyloliquefaciens* CNPS03202, *B. velezensis* CNPS03602 e *B. thuringiensis* CNPS03915 (Biomagno<sup>®</sup>) no manejo de *Meloidogyne incognita in vitro* e *Pratylenchus brachyurus in vivo* na cultura da soja.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Ensaio *in vitro***

#### **4.1.1 Obtenção de ovos *Meloidogyne incognita***

Tomateiros (*Solanum lycopersicum* L. CV. Santa Clara) inoculados com população pura de *M. incognita* foram cultivados em casa de vegetação da Universidade de Rio Verde (UniRV, Rio Verde – GO) para utilização nos ensaios. Extraíam-se ovos das raízes dos tomateiros infestados através da técnica de Hussey & Barker (1973), modificada por Bonetti & Ferraz (1981). Essa técnica consiste em lavar bem as raízes em água parada,

cortá-las em pedaços de 1 a 2 cm, em seguida levar ao liquidificador cobri-las com hipoclorito de sódio a 0,5% e bater por 20 segundos. Em seguida a suspensão é vertida sobre três peneiras 100, 200 e 500 mesh: os resíduos retidos na primeira e segunda peneira são descartados e os da terceira são lavados em água corrente e coletados. Para a quantificação dos ovos utilizou-se câmara de Peters a observação foi feita em microscópio óptico.

#### 4.1.2 Ensaio *in vivo*

Realizou-se semeadura com sementes de soja NEO680IPRO em vasos de polietileno de 3L com areia e mantidas em casa de vegetação. Dez dias após a emergência, as plântulas foram colhidas cuidadosamente, as raízes divididas em partes iguais e transplantadas em 2 tubos de ensaio de 12x75 mm, contendo areia e substrato agrícola, na proporção de 1:1. Como testemunha, os mesmos tratamentos foram colocados em um único tubo de ensaio. Os tubos foram mantidos em incubadora à 25°C e fotoperíodo de 12 horas, organizados em delineamento de blocos ao acaso, contendo oito repetições e quatro tratamentos.

Após 24 horas, adicionou-se os tratamentos (Tabela 1) em um dos tubos de ensaio. No tubo contíguo, o substrato foi infestado com 1500 ovos de *M. incognita*.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos, aplicações e dose. Rio Verde, 2023

Nº	Tratamentos	Época(s) de aplicação	Dose (L ha <sup>-1</sup> ou mL kg <sup>-1</sup> )
1	Controle	-	-
2	Stimutrop <sup>®</sup>	Sulco	0,2
3	Biomagno <sup>®</sup>	TS	2
4	Stimutrop <sup>®</sup> + Biomagno <sup>®</sup>	Sulco + TS	0,2 + 2

#### 4.1.3 Avaliações:

##### Infectividade

Avaliou-se a penetração dos juvenis de segundo estágio (J2) através do método de coloração dos espécimes de *M. incognita* nas raízes (adaptado de BYRD et al., 1983) 21 dias após a infestação nas raízes. O método consiste em lavar cuidadosamente em água parada o sistema radicular das plantas retiradas dos tubos, submetê-las em solução de hipoclorito de sódio a 1,5% por seis minutos e em seguida, mergulhá-las em fucsina ácida a 1%, por cinco minutos em água fervente, as raízes foram armazenadas em potes com solução de 1:1 com água e glicerina e deixadas em repouso por pelo menos 24 horas, após com lâminas de vidro visualizou no microscópio óptico quando montadas com glicerina pura para as contagens dos J2 nas raízes com corante artificial.

##### Reprodutibilidade

Avaliou-se a reprodução dos espécimes de *M. incognita* nas raízes aos 30 dias após a infestação no solo com os ovos de nematoides de galhas. As raízes foram coletadas, lavadas cuidadosamente em água parada, pesadas e em seguida, extraído os ovos pelo

método de Hussey & Barker (1973), modificado por Bonetti & Ferraz (1981). A quantificação dos ovos se deu em câmara de Peters com auxílio de microscópio óptico.

#### 4.2 Ensaio casa de vegetação *in vivo*

Foi escolhida uma área de cultivo agrícola naturalmente infestado com altas populações de *P. brachyurus*. Para certificação, amostras de solo rizosférico foram levadas para o Laboratório da Nova Terra na UniRV. Feita a seleção das parcelas com altas populações do nematoide das lesões na área, foi realizada a coleta de solo e homogeneização para o enchimento dos vasos de polietileno de 5L.

Realizou-se o plantio da soja NEO680IPRO em casa de vegetação na UniRV, na Fazenda do Saber a 17°47'05,1'' de latitude Sul e 50°57'43,0'' de longitude Oeste no período de 10 setembro de 2022 a 30 de janeiro de 2023. Utilizou-se três formas de aplicação do tratamento, a fim de isolar os fatores, conforme descrito nas Tabelas 2 e 3. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em arranjo fatorial com três métodos de aplicação, cinco tratamentos e oito repetições por tratamento.

**Tabela 2.** Descrição dos métodos de aplicação. Rio Verde, 2023.

<b>MÉTODO DE APLICAÇÃO</b>	
<b>A</b>	Sem proteção
<b>B</b>	Solo protegido
<b>C</b>	Aplicação no solo

**Tabela 3.** Descrição dos tratamentos e modos de aplicação. Rio Verde, 2023.

	<b>Tratamentos</b>	<b>Doses de Biomagno<sup>®</sup> (L ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Época(s) de aplicação</b>
<b>1</b>	Testemunha	---	---
<b>2</b>	Biomagno <sup>®</sup>	0,1	TS
<b>3</b>	Biomagno <sup>®</sup>	0,3	V3
<b>4</b>	Biomagno <sup>®</sup>	0,3	V3 + V6
<b>5</b>	Biomagno <sup>®</sup>	0,3	V6

TS: tratamento de semente; V3: estágio vegetativo 3, V6: estágio vegetativo 6.

O ensaio constitui-se de três formas de aplicação: “A”, com pulverização dos tratamentos em toda a planta, atingindo parte aérea e solo, simulando condições de campo; “B”, pulverização da parte aérea protegendo o solo, para análise da capacidade dos agentes de biocontrole de induzirem resistência sistêmica aos nematoides nas plantas; “C”, pulverizações apenas no solo, com a ajuda de um air brush.

Para as pulverizações dos tratamentos nos ensaios A e B utilizou-se pulverizador pressurizado de CO<sub>2</sub>, com uma barra de aplicação de dois metros e o espaçamento entre bicos de 0,5 m, velocidade de aplicação 3,6 km h<sup>-1</sup>, calibração de pressão a 22 libras pol<sup>-2</sup> com vazão de 0,6 L min e taxa de aplicação de 150 L ha<sup>-1</sup>. Ao final de cada tratamento o pulverizador foi higienizado com uma solução de Super Clean<sup>®</sup>.

#### 4.2.1 Avaliações

Aos 15 dias após a última aplicação, quantificou-se o número de nematoides no sistema radicular de cada planta. As raízes foram lavadas em água parada para evitar perdas de radículas e extraídos espécimes de *P. brachyurus* pelo método de Hussey & Barker (1973). Avaliou-se o número de ovos e J2 totais por grama de raiz e por sistema radicular.

Os dados foram submetidos à análise fatorial utilizando o software RStudio e as medias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Ensaio em laboratório

Na avaliação de reprodutibilidade de *M. incognita* nas raízes de soja, quando avaliado as plantas cultivadas em único tubo, todos os tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha, mas não entre si.

As plantas cultivadas com suas raízes bipartidas apenas o tratamento Stimutrop® + Biomagno® diferiu estatisticamente da testemunha com um controle aproximado de 42% na redução da população de ovos de nematoides. Stimutrop® ou Biomagno® não diferiram estatisticamente dos demais tratamentos, com eficácia média de 34% (Tabela 4).

Resultados semelhantes foram observados por Ludwig et al. (2013) em ensaio *in vitro* utilizando cepas de *Bacillus*, onde houve redução da eclosão de ovos de *M. graminicola*, bem como da mortalidade de J2 em até 48 horas. Araújo et al. (2002) também observaram a redução na reprodutibilidade de *H. glycines* utilizando diferentes isolados de *B. subtilis* em plantas de soja em testes com raízes bipartidas. Os isolados apresentaram melhor controle na indução de resistência de que quando aplicados diretamente nas plantas.

**Tabela 4.** Avaliação de reprodutibilidade de *Meloidogyne incognita* em plantas de soja cultivadas *in vitro* em função dos tratamentos.

Tratamentos	Raiz bipartida		Raiz inteira	
	Ovos por grama de raiz	Redução em relação à testemunha (%)	Ovos por grama de raiz	Redução em relação à testemunha (%)
Testemunha	412,28 a	-	548,98 a	-
Stimutrop®	298,52 ab	27,60	167,20 b	69,55
Biomagno®	271,89 ab	34,05	238,26 b	56,60
Stimutrop® + Biomagno®	169,99 b	58,76	102,63 b	81,30
CV (%)		43,98		44,04

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Na avaliação de infectividade de *M. incognita*, os tratamentos Biomagno® e Stimutrop® + Biomagno® diferiram estatisticamente da testemunha, induzindo resistência

sistêmica na soja. O Stimutrop® aplicado isoladamente não diferiu da testemunha. No cultivo da soja em um único tubo, todos os tratamentos diferiram da testemunha, mas não entre si, com eficácia de até 90%.

Machado et., 2017 em ensaio *in vitro* com *B. subtilis*, observaram redução na mortalidade e eclosão de *P. brachyurus*.

**Tabela 5.** Avaliação de infectividade de *Meloidogyne incognita* em plantas de soja cultivadas em *in vitro* em função dos tratamentos.

Tratamentos	Raiz bipartida		Raiz inteira	
	Ovos por grama de raiz	Redução em relação à testemunha (%)	Ovos por grama de raiz	Redução em relação à testemunha (%)
Testemunha	187,33 a	-	843,00 a	0
Stimutrop®	194,93 a	-4,05	174,16 b	79,34
Biomagno®	142,60 b	23,88	178,40 b	78,83
Stimutrop® + Biomagno®	104,25 c	44,35	82,66 b	90,19
CV (%)	12,03		29,62	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

### 5.1.1 Ensaio em casa de vegetação

### 5.1.2 Avaliação de espécimes de *Pratylenchus brachyurus* por sistema radicular de soja

A avaliação de espécimes totais é uma variável importante para observar se houve o controle significativo do tratamento testado. Os fatores época e forma de aplicação têm efeitos significativos na variável estudada (Tabela 6). A interação entre esses fatores também é significativo. Além disso, há diferenças significativas entre as testemunhas adicionais, testemunha e tratamentos comuns. O efeito do bloco não foi significativo.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para a variável espécimes de *Pratylenchus brachyurus* por sistema radicular da soja.

J2 totais	GL	SQ	QM	FC	Pvalor
Época de aplicação	2	64514860,3	32257430,16	190,64	0
Forma de aplicação	2	4364112,8	2182056,41	12,89	2e <sup>-05</sup>
Época x Forma	4	11534031,3	2883507,82	17,04	0
Testemunha	1	12845648,0	12845647,96	75,91	0
Test. Vs Comuns	1	58779893,8	58779893,78	347,39	0
Bloco	7	453053,5	64721,93	0,38	0,90962
Resíduo	70	11844021,3	169200,30		

<b>Total</b>	87	164335621,0
--------------	----	-------------

Foi possível observar que todos os tratamentos apresentaram diferença estatística em relação à testemunha negativa e positiva, indicando controle ao *P. brachyurus*, excetuando-se aplicação a planta no estágio fenológico V6 comparado ao TS (Tabela 7).

**Tabela 7** – Comparação de médias entre os tratamentos testados e as testemunhas adicionais.

<b>J2 totais</b>	<b>Testemunha</b>			<b>Tratamento de sementes</b>		
	<b>V3</b>	<b>V3 + V6</b>	<b>V6</b>	<b>V3</b>	<b>V3 + V6</b>	<b>V6</b>
<b>Completa</b>	1831,66*	3749,66*	2583,33*	1831,66*	3746,66*	2583,33 <sup>NS</sup>
<b>Parte aérea</b>	1195,00*	928,33*	758,00*	1195,00*	928,33*	758,00*
<b>Solo</b>	620,00*	582,50*	397,50*	620,00*	582,50*	397,50*
<b>Adicionais</b>		<b>4419,79</b>			<b>2627,75</b>	

Médias seguidas com (\*) diferem da testemunha adicional pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Independente da época de aplicação, as formas de aplicação na parte aérea e no solo apresentaram maior controle de *P. brachyurus*, quando comparados com a aplicação completa. Apenas nas aplicações em V3, a pulverização no solo foi mais eficiente do que na parte aérea. Nas demais épocas, pulverizações na parte aérea e no solo não diferiram entre si. Nas médias as aplicações isoladas em V3 e V6 apresentaram melhor controle (Tabela 8).

Em relação as formas de aplicação, a pulverização completa foi melhor quando realizada em V3. As demais formas não diferiram eficácia nos diferentes momentos de aplicação dos tratamentos. Na média, a aplicação direto no solo foi superior aos demais, seguido da aplicação na parte aérea e posterior a aplicação completa (Tabela 8).

Os resultados obtidos indicam que o Biomagno<sup>®</sup> é capaz de induzir resistência sistêmica em plantas de soja e reduzir a população de *P. brachyurus* quando aplicado somente na parte aérea da soja. A aplicação de produtos indutores nas plantas parasitadas por nematoides pode influenciar positivamente as atividades metabólicas do hospedeiro (Hernandes et al., 2017, Brito et al., 2016, Souza, 2020).

**Tabela 8** – Número de espécimes de *Pratylenchus brachyurus* por sistema radicular de soja em função das épocas e formas de aplicação de Biomagno<sup>®</sup>.

<b>Formas de aplicação</b>	<b>Épocas de Aplicação</b>			
	<b>V3</b>	<b>V3 + V6</b>	<b>V6</b>	<b>Média</b>
<b>Completa</b>	1832,66 Ac	3746,66 Aa	2583,33 Ab	2720,55 A
<b>Parte aérea</b>	1195,00 Ba	928,33 Ba	758,00 Ba	960,44 B
<b>Solo</b>	620,00 Ca	582,50 Ba	397,50 Ba	533,33 C
<b>Média</b>	1215,55 b	1752,50 a	1246,27 b	
<b>CV (%)</b>				<b>22,97</b>

NS: não significativo. Médias seguidas por letras maiúsculas não diferem entre si na coluna e letra minúscula não difere entre si na linha pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 5.1.3 Avaliação de espécimes de *Pratylenchus brachyurus* por grama de raiz de soja

A análise de espécimes de *P. brachyurus* por grama de raiz é uma variável importante para observar a capacidade do tratamento em interferir na população do patógeno. Conforme descrito na Tabela 9, os resultados indicam que a época de aplicação e forma de aplicação possuem efeitos significativos na média de J2 por grama. A interação entre esses fatores época e forma de aplicação também é relevante. Além disso, há diferenças significativas entre as testemunhas adicionais e a testemunha e os tratamentos comuns. O efeito do bloco não é significativo.

**Tabela 9** – Resumo da análise de variância para a variável de juvenis de segundo estágio de *Pratylenchus brachyurus* por grama de sistema radicular de soja.

J2 por grama	GL	SQ	QM	FC	Pvalor
Época de aplicação	2	147576,55	73788,27	43,32	0
Forma de aplicação	2	16716,58	8358,29	4,90	0,01
Época x Forma	4	45606,05	11401,51	6,69	0,00013
Testemunha	1	467852,08	467852,08	274,71	0
Test. Vs Comuns	1	263702,53	263702,53	154,84	0
Bloco	7	3866,25	552,32	0,32	0,94
Resíduo	70	119212,05	1703,02		
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>1064532,11</b>			

Observa-se que todos os tratamentos diferiram estatisticamente quando comparados à testemunha negativa, tratada apenas com água, sendo superiores a ela. Quando as sementes foram tratadas com Biomagno<sup>®</sup>, excetuando-se a aplicação em V3 + V6 e V6 na pulverização completa, não houve diferença estatística em relação aos tratamentos testados (Tabela 10).

**Tabela 10** – Comparação de médias entre os fatores utilizados e as testemunhas adicionais.

J2 por grama	Testemunha			Tratamento de sementes		
	V3	V3 + V6	V6	V3	V3 + V6	V6
<b>Completa</b>	90,82*	204,69*	122,98*	90,82 <sup>NS</sup>	204,69*	122,98*
<b>Parte aérea</b>	75,38*	43,95*	39,78*	75,38 <sup>NS</sup>	43,95 <sup>NS</sup>	39,78 <sup>NS</sup>
<b>Solo</b>	36,63*	44,26*	27,49*	36,63 <sup>NS</sup>	44,26 <sup>NS</sup>	27,49 <sup>NS</sup>
<b>Adicionais</b>		<b>389,15</b>			<b>47,15</b>	

Médias seguidas com (\*) diferem da testemunha adicional pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto as épocas de aplicação, apenas em V3+V6 diferiram estatisticamente, sendo solo e parte aérea superior à pulverização completa. As médias gerais não diferiram entre si.

Em relação às formas de aplicação, não houve diferença estatística nas aplicações em V3 e V6. Contudo, com a aplicação em V3 + V6, observou-se que os melhores resultados foram obtidos com a aplicação somente na parte aérea e somente no solo. Em relação às médias, observa-se que o melhor controle foi com a aplicação somente no solo,

superior à aplicação na parte aérea e solo. A aplicação na parte aérea se mostrou igual às outras duas formas de aplicação (Tabela 9).

Os resultados obtidos indicam a capacidade dos tratamentos em induzirem resistência na planta através da aplicação foliar. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza (2020) e Lopes et al. (2017) com produtos à base de alecrim no manejo de *P. brachyurus* como indutor de resistência em plantas de soja.

Tabela 11 – Número de J2 por grama em função das épocas e formas de aplicação de Biomagno®.

Formas de aplicação	Épocas de aplicação			Média
	V3	V3+V6	V6	
<b>Completa</b>	90,82 Aa	204,69 Aa	122,98 Aa	139,50 A
<b>Parte aérea</b>	75,38 Aa	43,95 Ba	39,78 Aa	53,04 AB
<b>Solo</b>	36,63 Aa	44,26 Ba	27,49 Aa	36,13 B
<b>Média</b>	67,61 a	97,63 a	63,42 a	
<b>CV (%)</b>		<b>40,46</b>		

Médias seguidas por letras maiúsculas não diferem entre si na coluna e letra minúscula não difere entre si na linha pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 5.1.4 Avaliação de ovos de *Pratylenchus brachyurus* por sistema radicular de soja

Na Tabela 12, os resultados indicam que as épocas de aplicação possuem efeito significativo na média de ovos por sistema radicular e as formas de aplicação não possuem efeitos significativos. A interação entre esses fatores é relevante. Além disso, há diferenças significativas entre as testemunhas adicionais e a testemunha e os tratamentos comuns. O efeito do bloco não é significativo.

Tabela 12 – Resumo da análise de variância para a variável ovos de *Pratylenchus brachyurus* por sistema radicular de soja.

Ovos totais	GL	SQ	QM	FC	Pvalor
<b>Época de aplicação</b>	2	16351447,2	8175723,61	6,78	0,00202
<b>Forma de aplicação</b>	2	838172,7	419086,35	0,34	0,7073
<b>Época x Forma</b>	4	16271366,1	4067841,52	3,37	0,01383
<b>Testemunha</b>	1	19456921,0	19456921	16,15	0,00015
<b>Test. Vs Comuns</b>	1	28939006,7	28939006,72	24,03	1e <sup>-05</sup>
<b>Bloco</b>	7	2895187,5	413598,21	0,34	0,93102
<b>Resíduo</b>	70	84295702,3	1204224,31		
<b>Total</b>	87	169047803,6			

Quando comparado com a testemunha negativa, apenas a aplicação em V3 no solo não diferiu estatisticamente da testemunha. Na comparação com as sementes tratadas com Biomagno®, nenhum tratamento apresentou diferença significativa (Tabela 13).

Tabela 13 – Comparação de médias entre os fatores utilizados e as testemunhas adicionais.

Ovos totais	Testemunha			Tratamento de sementes		
	V3	V3 + V6	V6	V3	V3 + V6	V6
<b>Parte aérea e solo</b>	1426,00*	1860,00*	1338,00*	1426,00 <sup>NS</sup>	1860,00 <sup>NS</sup>	1338,00 <sup>NS</sup>
<b>Parte aérea</b>	870,00*	1566,66*	1138,00*	870,00 <sup>NS</sup>	1566,66 <sup>NS</sup>	1138,00 <sup>NS</sup>
<b>Solo</b>	3222,5 <sup>NS</sup>	1364,00*	2406,25*	3222,5 <sup>NS</sup>	1364,00 <sup>NS</sup>	2406,25 <sup>NS</sup>
<b>Adicionais</b>		<b>4277,50</b>			<b>2072,00</b>	

Médias seguidas com (\*) diferem da testemunha adicional pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação de ovos por sistema radicular em função das épocas de aplicação, só houve diferença estatística em V3, quando as aplicações completas e apenas parte aérea diferiram da aplicação do solo, mas não entre si, apresentando melhor controle. As médias gerais não diferiram entre si (Tabela 14).

Quanto as formas de aplicação, apenas o solo diferiu estatisticamente, com melhor controle em V3 + V6. As médias gerais da aplicação completa ou apenas parte aérea foram superiores estatisticamente à aplicação no solo, indicando que aplicação apenas na parte aérea com o Biomagno<sup>®</sup> pode induzir resistência sistêmica em plantas de soja (Tabela 14).

Lutz et al. (2004) destaca que as misturas de cepas eficazes são essenciais para melhor controle. As cepas bacterianas empregadas neste trabalho quando reunidas, sugere-se que atuam como indutores de resistências.

**Tabela 14** – Número de ovos de *Pratylenchus brachyurus* por sistema radicular de soja em função das épocas e formas de aplicação de Biomagno<sup>®</sup>.

Formas de aplicação	Épocas de aplicação			
	V3	V3 + V6	V6	Média
<b>Completa</b>	1426,00 Ba	1860,00 Aa	1338,00 Aa	1541,33 B
<b>Parte aérea</b>	870,00 Ba	1566,66 Aa	1138,00 Aa	1191,55 B
<b>Solo</b>	3222,50 Aa	1364,00 Ab	2406,25 Aab	2330,91 A
<b>Média</b>	1839,50 a	1596,88 a	1627,41 a	
<b>CV (%)</b>				<b>56,03</b>

Médias seguidas por letras maiúsculas não diferem entre si na coluna e letra minúscula não difere entre si na linha pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 5.1.5 Avaliação de ovos de *Pratylenchus brachyurus* por grama de raiz de soja

Os resultados indicam que a época de aplicação possui efeito significativo na média de ovos por grama e forma de aplicação não é significativa. A interação entre esses fatores época e forma também é relevante. Não há diferenças significativas entre as testemunhas adicionais, mas há diferença entre a testemunha e os tratamentos comuns. O efeito do bloco não é significativo (Tabela 15).

**Tabela 15** – Resumo da análise de variância para a variável ovos de *Pratylenchus brachyurus* por grama de raiz de soja.

Ovos por grama	GL	SQ	QM	FC	Pvalor
Época de aplicação	2	179704,54	89702,26	3,91	0,02455
Forma de aplicação	2	95015,56	47507,78	2,07	0,13371
Época x Forma	4	271643,59	67910,89	2,96	0,02553
Testemunha	1	71436,82	71436,82	3,11	0,08198
Test. Vs Comuns	1	101385,15	101385,14	4,41	0,03912
Bloco	7	111990,27	15998,61	0,69	0,67397
Resíduo	70	1605749,10	22939,27		
Total	87	2436625,03			

Apenas o tratamento V3 + V6 aplicado via solo na testemunha negativa e V3 no solo, na testemunha positiva diferiram estatisticamente (Tabela 16).

**Tabela 16** – Comparação de médias entre os fatores utilizados e as testemunhas adicionais.

Ovos por grama	Testemunha			Tratamento de sementes		
	V3	V3 + V6	V6	V3	V3 + V6	V6
Completa	69,11 <sup>NS</sup>	95,68 <sup>NS</sup>	73,95 <sup>NS</sup>	69,11 <sup>NS</sup>	95,68 <sup>NS</sup>	73,95 <sup>NS</sup>
Parte aérea	64,19 <sup>NS</sup>	79,55 <sup>NS</sup>	58,6 <sup>NS</sup>	64,19 <sup>NS</sup>	79,55 <sup>NS</sup>	58,61 <sup>NS</sup>
Solo	343,99 <sup>NS</sup>	49,92*	142,74 <sup>NS</sup>	343,99*	49,92 <sup>NS</sup>	142,74 <sup>NS</sup>
Adicionais		<b>263,46</b>			<b>129,82</b>	

NS: não significativa. Médias seguidas com (\*) diferem da testemunha adicional pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação de ovos por sistema radicular em função das épocas de aplicação, só houve diferença estatística em V3, quando as aplicações completas e apenas parte aérea diferiram da aplicação do solo, mas não entre si, com melhor controle. As médias gerais não diferiram entre si.

Nas formas de aplicação, apenas o solo apresentou diferença estatística, com melhor controle em V3 + V6 e V6. Quanto as médias, a aplicação na parte aérea proporcionaram maior controle, indicando que a indução de resistência sistêmica interfere na reprodutibilidade de *P. brachyurus*.

Isolado de *B. amyloliquefaciens* reduziu reprodutibilidade de *P. brachyurus* nas raízes e no solo de tomateiros e soja (Chowdhury et al., 2015).

**Tabela 17** – Número de ovos de *Pratylenchus brachyurus* por grama de raiz de soja em função das épocas e formas de aplicação de Biomagno®.

Formas de aplicação	Épocas de aplicação			Média
	V3	V3 + V6	V6	
Completa	69,11 Ba	95,68 Aa	73,95 Aa	79,58 AB
Parte aérea	64,19 Ba	79,55 Aa	58,61 Aa	67,45 B
Solo	343,99 Aa	49,92 Ab	142,74 Ab	178,88 A

<b>Média</b>	159,10 a	75,05 a	91,77 a
<b>CV (%)</b>		<b>121,51</b>	

Médias seguidas por letras maiúsculas não diferem entre si na coluna e letra minúscula não difere entre si na linha pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 6 CONCLUSÃO

Em condições de estudos *in vitro*, os biodefensivos Stimutrop® e Biomagno® induziram resistência sistêmica à *Meloidogyne incognita* na cultura da soja. O mesmo foi observado em casa de vegetação, quando Biomagno® interferiu no estabelecimento do *Pratylenchus brachyurus* na soja, quando aplicado apenas na parte aérea. Novos trabalhos devem ser realizados em campo, a fim de confirmar uma nova ferramenta de manejo na produção agrícola.

## 7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YOURINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C. Doenças da Soja. In: ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YOURINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C. **Manual de Fitopatologia:** doenças das plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo- Sp: Editora Agronômica Cere Ltda., 2005. Cap. 64, p. 584.

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.

ARAÚJO, F. F. D., SILVA, J. F. V., & ARAÚJO, A. S. F. D. (2002). Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. *Ciência Rural*, 32, 197-203.

ARAÚJO, L.; SILVA BISPO, W. M.; RIO, V. S.; FERNANDES, S. A., RODRIGUES, F. A. Induction of the Phenylpropanoid Pathway by Acibenzolar-S-Methyl and Potassium Phosphite Increases Mango Resistance to *Ceratocystis fimbriata* Infection. *Plant Disease*, v.99, p.4, 2015.

BELLÉ, Rafael; FONTANA, Daniele Cristina. Patógenos de solo: principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle. *Enciclopédia biosfera*, v. 15, n. 28, 2018.

BYRD, D.W., T. KIRKPATRICK & L.R. BARKER. 1983. An improved technique for clearing and staining plant tissues for detection of nematodes. *Journal of Nematology*, 15 (1): 142-143.

BRITO, O. D. C.; PUERARI, H. H.; HERNANDES, I.; FERREIRA, J. C. A.; CARDOSO, M. R.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Métodos de aplicação e concentrações de acibenzolar-S-metil no manejo de *Meloidogyne javanica* em soja. *Nematropica*, Auburn, v. 46, n. 1, p. 106-113, 2016.

BONETTI, J. I. S., & FERRAZ, S. (1981). Modificações do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. Modificações do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 6, 553.

CARES, JUYENIL E.; TENENTE, RENATA CV. Taxonomia de nematóides de sementes, bulbos e caules-parte I. 2007.

CARNEIRO, R. M. D. G.; MONTEIRO, T. S. A.; ECKSTEIN, B.; FREITAS, L. G. Controle de nematoides fitoparasitas. In: Fontes, E. M. G.; Valadares, M. C. (Ed). Controle biológico de pragas da agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2020. pg. 371-413

CHOWDHURY, SOUMITRA PAUL et al. Mecanismo de biocontrole por *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42—uma revisão associada à raiz. **Fronteiras em microbiologia**, v. 6, p. 780, 2015.

COIMBRA, J. L.; CAMPOS, V. P. Efeito de exsudatos de colônias e de filtrados de culturas de actinomicetos na eclosão, motilidade e mortalidade de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica*. 2005. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 30, n. 3, p. 238.

CONAB, boletim da safra de grãos. 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>> Acesso em: 11/08/2023.

DALL'AGNOL, AMÉLIO. **A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições**. Brasília, DF: Embrapa, 2016., 2016.

DIAS, WALDIR PEREIRA et al. Nematoides em soja: identificação e controle. 2010.

FAVORETO, LUCIANY et al. Diagnose e manejo de fitonematoides na cultura da soja. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 306, p. 18-29, 2019.

GOULART, ALEXANDRE MOURA CINTRA. Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*). 2008.

GRIGOLLI, JOSÉ FERNANDO JURCA; ASMUS, GUILHERME LAFOURCADE. Manejo de nematoides na cultura da soja. 2014.

GOTTEMS, L. Mercado de defensivo biológico pode crescer até 20% ao ano no Brasil, 2016.

HERNANDES, I., BRITO, O. D. C., CARDOSO, M. R., FERREIRA, J. C. A., PUERARI, H. H.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Acibenzolar-S-methyl on *Meloidogyne javanica* control in lettuce. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, v. 67, n. 7, p. 660–664, 2017.

JONES, JOHN T. et al. Top 10 nematoides parasitas de plantas em patologia molecular de plantas. **Fitopatologia molecular**, v. 14, n. 9, p. 946-961, 2013.

JONES, M. G. K.; FOSU-NYARKO, J. Biologia molecular de nematoides de lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.) e sua interação com plantas hospedeiras. **Anais da biologia aplicada**, v. 164, n. 2, p. 163-181, 2014.

LAHLALI, RACHID et al. Controle biológico de patógenos vegetais: uma perspectiva global. **Micro-organismos**, v. 10, n. 3, p. 596, 2022.

LOPES, A. P. M.; CARDOSO, M. R.; PUERARI, H. H.; FERREIRA, J. C. A.; DIASARIEIRA, C. R. Management of *Pratylenchus brachyurus* in soybean using seed treatment and a resistance inducer. *Nematropica*, Auburn, v. 47, n. 1, p. 1-7. 2017.

LUDWIG, J.; MOURA, A. B.; GOMES, C. B. Potencial da microbiolização de sementes de arroz com rizobactérias para o biocontrole do nematoide das galhas. *Tropical Plant Pathology*, v. 38, p. 264-268, 2013.

LUTZ, M.P., S. WENGER, M. MAURHOFER, G. DEFAGO, B. DUFFY. 2004. Signaling between bacterial and fungal biocontrol agents in a strain mixture. *FEMS Microbiology Ecology*. 48(3): 447-455.

MACHADO, Vilmar et al. Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematóides. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 2, p. 165-182, 2012.

MACHADO, A. Nematóide: a praga que custa R \$35 bilhões ao agronegócio brasileiro. Piracicaba: ADEALQ–USP-ESALQ, 2015.

MACHADO, ANDRESSA CRISTINA ZAMBONI; KANEKO, LÉCIO; PINTO, ZAYAME VEGETTE. Controle biológico. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas de controle**. **IMAmt**, p. 287-312, 2016.

MACHADO, ANDRESSA CRISTINA ZAMBONI; KANEKO, LÉCIO; PINTO, ZAYAME VEGETTE. Controle biológico. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas de controle**. IMAmt, p. 287-312, 2016.

MACHADO, Alexandre Paulo; DA COSTA, Mauro Júnior Natalino. Biocontrole do fitonematoide *Pratylenchus brachyurus* in vitro e na soja em casa de vegetação por *Bacillus subtilis*. Revista Biociências, v. 23, n. 1, p. 83-94, 2017.

MÉLO-FILHO, L. R., & GUENTHER, M. (2015). A resistência sistêmica induzida como alternativa sustentável ao uso de Agrotóxicos. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 8, 27-38.

MORANDI, M. AND BETTIOL, W., 2009. Controle biológico de plantas no Brasil. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. Biocontrole de doenças de plantas usos e perspectivas, pp. 300-334.

TEIXEIRA, S. M. T. (2022). Acompanhamento técnico do processo de multiplicação de bioinsumos on farm e seu controle de qualidade em fazendas no sul do Maranhão.

NUNES, HENRIQUE TEIXEIRA; MONTEIRO, ANTONIO CARLOS; POMELA, ALAN WILLIAM VILELA. Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, p. 403-409, 2010.

ORTIZ, E.M., J. DUCHICELA, A. DEBUT. 2018. Scanning electron microscopic observations of early stages of interaction of *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium virens* and *Bacillus subtilis* with *Acaulospora colombiana*. *Revista Argentina de Microbiología*. 50(2): 227-229.

PASCHOLATI, Sérgio F.; MELO, TA de; DALIO, Ronaldo José Durigan. Indução de resistência contra patógenos: definição e perspectivas de uso. **Visão agrícola nº13 jul**, p. 110-112, 2015.

PÉREZ-GARCÍA, ALEJANDRO; ROMERO, DIEGO; DE VICENTE, ANTÔNIO. Proteção de plantas e estimulação do crescimento por microrganismos: aplicações biotecnológicas de bacilos na agricultura. **Opinião atual em biotecnologia**, v. 22, n. 2, p. 187-193, 2011.

SILVA, KEMELLY MORAES et al. manejo de nematóides na cultura da soja. 2022.

SOUZA, DABLIENY HELLEN GARCIA et al. Indução de resistência em soja e controle de *Pratylenchus brachyurus* com fertilizante foliar a base de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.). 2020.

TEJO, DÉBORA PERDIGÃO; FERNANDES, CARLOS HENRIQUE DOS SANTOS; BURATTO, J. S. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Rev Cient Eletr FAEF**, v. 35, n. 1, p. 1-9, 2019.

TEJO, DÉBORA PERDIGÃO; DOS SANTOS FERNANDES, CARLOS HENRIQUE; BURATTO, JULIANA SAWADA. Fitonematoides e Estratégias Adotadas em seu Controle. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 2, p. 126-130, 2020.

ZHANG, SHUWU et al. Mecanismos e caracterização de *Trichoderma longibrachiatum* T6 na supressão de nematoides (*Heterodera avenae*) em trigo. **Fronteiras em fitotecnia**, v. 8, p. 1491, 2017.