

**INSTITUTO FEDERAL**

Goiano

*Campus Rio Verde*

**BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**CONTROLE BIOLÓGICO DE *Helicotylenchus* spp. EM SOJA  
VIA TRATAMENTO DE SEMENTES**

**JULIA MARIA DE SOUZA ALMEIDA**

**Rio Verde – GO  
Maio, 2022**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE**

**CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**CONTROLE BIOLÓGICO DE *Helicotylenchus* spp. EM SOJA  
VIA TRATAMENTO DE SEMENTES**

**Julia Maria De Souza Almeida**

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

Orientador: Prof. Dr. Leonardo de Castro  
Santos

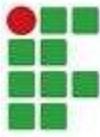
Rio Verde – GO  
Maio, 2022

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

A447c ALMEIDA, JÚLIA MARIA  
CONTROLE BIOLÓGICO DE *Helicotylenchus* spp. EM SOJA  
VIA TRATAMENTO DE SEMENTES / JÚLIA MARIA ALMEIDA;  
orientador LEONARDO CASTRO SANTOS. -- Rio Verde,  
2022.  
17 p.

TCC (Graduação em AGRONOMIA) -- Instituto Federal  
Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. Nematóide espiralado. 2. Biodefensivos. 3.  
Glycine max. 4. Bacillus. I. CASTRO SANTOS, LEONARDO  
, orient. II. 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 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- Tese  Artigo Científico  
 Dissertação  Capítulo de Livro  
 Monografia – Especialização  Livro  
 TCC - Graduação  Trabalho Apresentado em Evento  
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: \_\_\_\_\_

Nome Completo do Autor: Julia Maria de Souza Almeida

Matrícula: 2020102200240380

Título do Trabalho: Controle biológico de *Helicotylenchus* spp. em soja via tratamento de sementes.

**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;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, 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;
- 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.

*Julia Maria de S. Almeida*

Rio Verde, 16 de maio de 2022.

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Leonardo de Castro  
Santos

*Leonardo de Castro Santos*

2022.05.16 10:10:49

Assinatura do orientador

-03:00'



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

Ata nº 19/2022 - GEPTNM-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

### **ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO**

Aos treze dias do mês de maio de 2022, às 13 horas e 40 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta por: Leonardo de Castro Santos (orientador), Leandro Aparecido de Souza (membro) - Faculdade de Quirinópolis e Wender Santos Rezende (membro) - Syngenta, para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Controle biológico de *Helicotylenchus* spp. em soja via tratamento de sementes” da discente Julia Maria de Souza Almeida, matrícula nº 2020102200240380 do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano - Campus Rio Verde. A palavra foi concedida à estudante para a apresentação oral do TC. Posteriormente, houve arguição da discente pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora reuniu para a análise do trabalho. A banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelo orientador e membros da banca. O orientador assina em nome dos membros Leandro Aparecido de Souza e Wender Santos Rezende.

*(Assinado Eletronicamente)*

Leonardo de Castro Santos  
Orientador

*(Assinado Eletronicamente)*

Leandro Aparecido de Souza  
Membro

*(Assinado Eletronicamente)*

Wender Santos Rezende.  
Membro

## Observação:

( ) O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Leonardo de Castro Santos**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/05/2022 15:37:36.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 13/05/2022. 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: 389045

Código de Autenticação: c5587605a6



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Rio Verde  
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970  
(64) 3620-5600

## RESUMO

ALMEIDA, Julia Maria Souza. **Controle biológico de *Helicotylenchus* spp. em soja via tratamento de sementes.** 2022. Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). 24p. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

A soja é a cultura de maior destaque econômico do Brasil. Muitas das perdas é provocada por fitonematoides associado ao manejo incorreto. O objetivo deste trabalho foi testar diferentes produtos biológicos como tratamento de sementes para determinar efeitos populacional de nematoides do gênero *Helicotylenchus*. O experimento foi conduzido na Fazenda Planalto no município de Planalto Verde, GO. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com 6 tratamentos, produtos biológicos (A. *Trichoderma harzianum*, B. *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, C. *Pochonia chlamydosporia*, D. *Ecklonia maxima*, E. *Bacillus subtilis* e *B. amyloliquefaciens*) e 5 repetições. A soja recebeu o tratamento via semente dos produtos A, B, C, D e E mais a testemunha. Os parâmetros avaliados foram germinação, número de nematoides antes do plantio e 42 dias após o plantio (DAP) e produtividade das parcelas. Nos resultados, observou-se redução de 14% no número de sementes germinadas para os produtos A e B comparada com a testemunha. Além disso, o número de nematoides entre os tratamentos não diferiu, mas observou-se uma redução significativa dos tratamentos que receberam os produtos D e E de 67,6% e 93%, respectivamente. Entre os tratamentos não houve diferença de rendimento de parcela, mas houve diferença comparada com a produtividade média da fazenda. A produtividade da fazenda foi 4.800 kg.ha<sup>-1</sup> não diferindo do tratamento com produto B (3.969 kg.ha<sup>-1</sup>). Em síntese, a germinação, com biodefensivo, testado via semente foi superior ao tratamento químico padrão preexistente na semente, entretanto o produto B teve produtividade padrão testemunha comparado aos outros tratamentos, mesmo apresentando uma menor germinação das sementes e os tratamentos com produto D e E reduziram a população de *Helicotylenchus* spp. no solo.

**Palavras- chave:** Nematóide espiralado, biodefensivos, *Glycine max*, *Bacillus*.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos biológicos aplicados em sementes de soja, características e dosagens...8	
Tabela 2. Comparação dos tratamentos biológicos em sementes no número de <i>Helicotylenchus</i> spp. no solo.....10	

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas do desenvolvimento da soja.....	2
Figura 2. Emergência das plantas de soja 20 DAP com os tratamentos em semente na Fazenda.....	10
Figura 3. Comparação por tratamento antes e após 42 DAP na redução de <i>Helicotylenchus</i> spp. no solo.....	11
Figura 4. Média do rendimento de parcelas testadas com os produtos biológicos.....	12
Figura 5. Média de produtividade dos tratamentos comparado com a produtividade da safra 2021-22 da Fazenda Planalto.....	12

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	2
<b>2.1 A Cultura da Soja</b> .....	2
<b>2.2 Fitonematoides na Soja</b> .....	3
<b>2.3 O Gênero <i>Helicotylenchus</i></b> .....	4
<b>2.4 MÉTODOS DE CONTROLE</b> .....	5
<b>2.4.1 Manejo biológico</b> .....	6
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	7
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	9
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	13
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	13
<b>7 ANEXOS</b> .....	17

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores mundiais de soja (*Glycine max* L.) (CONAB, 2021), uma cultura de destaque econômico. O estado de Goiás é o quarto maior produtor de grãos de soja do país com mais de 13 milhões de toneladas produzidas anualmente (CONAB, 2021). Um dos maiores problemas recorrentes no campo é o manejo incorreto de fitonematoides, o que pode levar a perdas na produção.

Neste contexto, muitos produtores não têm o conhecimento do dano causado por nematoides, até o aparecimento de sintomas de grupos de plantas atacadas em forma de reboleiras. Plantas de soja atacadas por nematoides podem ser identificadas pelo porte reduzido, amarelecimento de folhas e sistema radicular pouco desenvolvido (FERRAZ & BROWN, 2016). Estes sintomas não são exclusivos de ataque de fitonematoides e podem ser confundidos com outros estresses abióticos e bióticos. O monitoramento geralmente é realizado pela coleta de amostras de raízes e solo no campo, acarretando custos com mão-de-obra, equipamentos e profissionais qualificados (FERRAZ & BROWN, 2016).

Os nematoides *Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus* são economicamente importantes em toda área de produção de soja, entretanto, o gênero *Helicotylenchus* spp. está em uma crescente vertente populacional, fazendo com que novos estudos acerca da sua importância econômica sejam realizados (KIRSCH et al., 2016). Muitos nematoides são negligenciados por não se apresentarem em grandes quantidades no solo ou por ser muito comum em amostras de solo juntamente com outros de maior importância econômica.

De acordo com Kirsch (2016) *Helicotylenchus* spp. não possui potencial para ocasionar danos, quando sozinhos no sistema, mas quando se interage com outros nematoides, como por exemplo *P. brachyurus* possui alto potencial para ocasionar danos ao sistema radicular da planta. Muitos produtores vêm procurando meios alternativos e eficientes para controlar nematoides nos campos de produção devido ao efeito silencioso da infecção. O manejo de nematoides é feito através de uma combinação de métodos de controle como o uso de variedades resistentes, controle químico, rotação de cultura, tratamento de sementes e controle biológico. Para saber qual manejo mais adequado, primeiro temos que conhecer as espécies de nematoides presentes na área (FERRAZ & BROWN, 2016).

Além de ser uma opção economicamente viável, o controle biológico torna-se uma alternativa sustentável frente ao controle convencional de nematoides, que se baseia no uso de produtos químicos (ARAÚJO et al., 2009). O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes

produtos biológicos como tratamento de sementes para determinar efeitos em populações de nematoides do gênero *Helicotylenchus*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A Cultura da Soja

A soja *Glycine max* (L.) Merrill é considerada a principal cultura do agronegócio brasileiro e de extrema importância econômica. Sua produção está concentrada principalmente na região Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil. Na safra de 2020/21 a estimativa foi de mais de 38 mil hectares plantados e produtividade ultrapassando 3.500 kg ha<sup>-1</sup> na região Centro-Sul do país (CONAB, 2021).

Muitas são as matérias primas vindas do processamento da soja, as principais são o óleo vegetal e as rações utilizadas na alimentação animal, além de outros tipos de óleos, farinha, produtos veganos, sabão, cosméticos, resinas, tintas, solventes e biodiesel. A soja é uma dicotiledônia trifoliada, com desenvolvimento determinado (em sua maioria), indeterminado e semi-determinado que possui diferentes estágios vegetativos e reprodutivos de crescimento e desenvolvimento (EMBRAPA, 2018) (Figura 1).

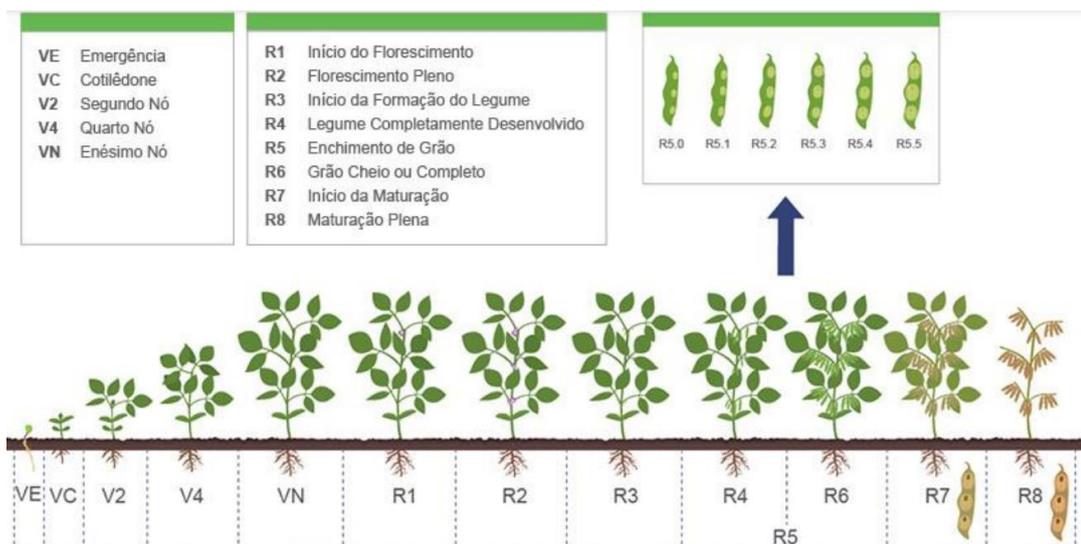


Figura 1. Etapas do desenvolvimento da soja. Fonte: FEHR et al. 1977.

## 2.2 Fitonematoides na cultura da Soja

Nematoides são vermes microscópicos que vivem no solo e possuem espécies que podem se alimentar de exsudados radiculares, nos caules e folhas. Os fitonematoides podem ser de hábito endoparasito, onde perfuram o sistema radicular e alimentam-se internamente na raiz ou então de hábito ectoparasito que alimentam externamente na raiz apenas usando o estilete para perfuração e sucção da seiva ou semi-endoparasitos onde metade do corpo se localiza dentro da raiz (FERRAZ & BROWN, 2016) .

Além disso, podem ser migratórios onde o ciclo reprodutivo não se estabelece em apenas um local do sistema radicular ou podem ser sedentários e permanecer o ciclo de vida se alimentando em apenas um local do sistema radicular (FERRAZ & BROWN, 2016).

Um fator que pode influenciar na movimentação e reprodução de nematoides, é o tipo de textura do solo. Solos arenosos e mais secos, são solos que possibilitam ao verme maior facilidade de locomoção, enquanto que solos argilosos e mais úmidos, são mais difíceis tal locomoção do verme (NASCIMENTO et al. 2018).

A soja é hospedeira de diversos fitonematoides como nematoide do cisto (*Heterodera glycines*), nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.), nematoide das lesões (*Pratylenchus* spp.), nematoide espiralado (*Helicotylenchus* spp.) e nematoide reniforme (*Rotylenchus reniformis*). Nematoides como *P. brachyurus*, *H. glycines*, *Meloidogyne* spp. e *Helicotylenchus* spp. podem causar mais de 20% em perdas na produção (SILVA et al. 2006; FRANCHINI et al. 2014).

Em comparação com outras doenças, a reprodução dos nematoides é lenta (30-40 dias) dependendo da espécie, o que pode exigir várias safras para o nível da população se mostrar presente e causar danos (DA SILVA et al. 2019a).

Geralmente no campo sintomas de nematoides se apresentam em forma de reboleiras, entretanto não é um sintoma apenas de infecção do parasita e por isso uma amostragem de solo e raiz corretamente devem ser realizadas para saber a distribuição deles no campo. Para avaliar a morfologia e comportamento dos nematoides e quantificar os nematoides é necessário extraí-los de seu ambiente natural (solo e raiz), e várias técnicas de extração que incorporam uma combinação de método têm sido usadas para promover a migração de nematoides (JENKINS, 1964; ZORILLA, 2003). Outro fator importante é o aparecimento de raças ou biotipos no campo devido ao manejo inadequado por muitos anos e criando uma variabilidade populacional. No caso de *H. glycines*, a variabilidade genética é muito constante (RIGGS & SCHMITT, 1988) e a espécie é classificada em diferentes HG type (NIBLACK et al., 2002; TYLKA, 2016), onde

devido a essa variação são capazes de infectar uma variedade de cultivares e podem apresentar diferentes níveis de virulência.

Para um manejo eficiente, a identificação correta das espécies é de extrema importância, principalmente para manejo com o uso de rotação de cultura e de variedades resistentes (GRIGOLLI & ASMUS, 2014). Fitonematoides podem interagir entre si e com outros patógenos formando um complexo de doenças e dessa forma intensificar a virulência de uma das partes ou ambas (POORNIMA et al., 2007; SEENIVASAN, 2017; DA SILVA et al., 2019a).

### 2.3 O Gênero *Helicotylenchus*

*Helicotylenchus* spp., conhecido também como nematoide espiralado, possui um ciclo de vida que varia de 35 a 37 dias a uma temperatura média de 30 °C. A umidade de solo ótima se dá em torno de 40 a 60%, porém, mesmo em períodos de veranico, altas populações do gênero são encontradas (GARBIN & COSTA 2015). O gênero possui uma ampla gama de hospedeiros (STEINER, 1945), como arroz, batata, cana-de-açúcar, amendoim, milho, sorgo, soja, banana, uva, trigo, manga, morango, feijão, tomate, algodão, café, pimenta entre outros além de possuir mais de 160 espécies dentro do gênero (FERRARI, 2016), fazendo com que rotação de cultura seja um método de controle inviável.

Muitas das espécies podem infectar simultaneamente um hospedeiro (KIRSCH et al., 2016) não havendo relatos de variação genética do tipo raça ou biotipo. Em muitas culturas, *Helicotylenchus* adere ao hábito migrador ectoparasita nas raízes de plantas e criam pontuações necróticas em todo seu sistema radicular, sendo que em alguns casos pode ser de hábito migrador endoparasita e causar significativas perdas produtivas (SEENIVASAN, 2017). Esse hábito endoparasita, porém menos comum, também foi observado em milho na região de Iporá-GO (CALGARO JUNIOR et al., 2021) e várias espécies podem ser encontradas no Brasil em áreas onde há plantações de soja como *H. multincinctus*, *H. pseudorobustus* e *H. dihyстера* (KIRSCH et al., 2016; SANTOS et al., 2021). De acordo com Machado et al. (2019), *Helicotylenchus* spp., apesar de apresentar níveis elevados no solo e não causar danos severos a maioria das grandes culturas, na soja e milheto observou-se potencial patogênico e redutor de crescimento e desenvolvimento o que pode acarretar redução no rendimento de grãos, resultando em perdas na produtividade das culturas.

*Helicotylenchus* spp. é conhecido também por interagir com doenças de *Fusarium*, como a podridão do milho agravada pela presença de altas populações de *H. dihyстера* (MUKHTAR

et al. 1993) e murcha de *Fusarium* em banana que é a população de *H. multincinctus* é reduzida na presença da doença (POORNIMA et al., 2007). Ainda segundo esses relatos, além da soja como excelente hospedeira, *Helicotylenchus* pode se hospedar, multiplicar e causar danos no algodão, feijão, crotalárias, gramíneas (milho, sorgo, milheto, etc.) e em diversas plantas daninhas (SANTOS et al., 2021).

Para Brand et al. (2018) uma característica preocupante desse nematoide é a capacidade de sobrevivência e manutenção da população mesmo nos meses secos. Além disto, a presença dos nematoides associados às culturas também podem causar danos secundários, provindos de sua relação com complexos de doenças, estando relacionados com a abertura de portas de entrada para outros patógenos como fungos e bactérias.

Níveis altos deste nematoide em áreas de cultivos anuais podem ser estimulados pela presença de algumas espécies vegetais. Apesar de economicamente importante, espécies de *Helicotylenchus* são poucas estudadas isoladamente em seus hospedeiros e pouco conhecimento se tem sobre o papel desse nematoide no complexo de doenças e interação planta-nematoide. Contudo, mais pesquisas para um controle mais eficiente e assertivo serão necessárias.

## 2.4 Métodos de Controle

O manejo de nematoides é feito de acordo com a espécie presente em cada campo de produção e de acordo com a(s) cultura(s) a ser instalada(s) durante o ano. Rotação de cultura é uma opção em lavouras com nematoides que atingem apenas poucas espécies de plantas, mas a implantação inapropriada pode causar danos as culturas a longo prazo, como por exemplo a sucessão de cinco anos milho-soja que possibilitou um aumento populacional de várias espécies fitoparasitas em fazendas na Florida (GRABAU & CHEN, 2016).

Por outro lado, o uso de espécies de plantas não hospedeira como as forrageiras podem apresentar grande desempenho na redução de nematoides (DIAS-ARIEIRA et al., 2003). De acordo com Leandro & Asmus (2015) a sucessão milho e crotalaria ou a entressafra com brachiaria como espécie de cobertura causou redução do nematoide nas áreas de produção de soja de Dourados, MS.

Alternativamente, nematicidas químicos são utilizados para controle de várias espécies de nematoides seja na linha de plantio, via tratamento de semente (TS), ou imergindo a raiz antes do transplante para controlar espécies como *Helicotylenchus* spp, *Xiphimena* spp., *Pratylenchus* spp. (GRABAU & CHEN, 2016; POORNIMA et al., 2007). Rotação e controle químico são combinados com o uso de variedades resistentes. Entretanto, a maioria dos estudos

e variedades de soja disponíveis estão concentradas nas espécies *H. glycines*, *R. reniformis* e *Meloidogyne* spp. (EMBRAPA, 2018; KIM et al., 2016), porém, não se tem relatos de variedades resistentes de soja aos gêneros *Pratylenchus* e *Helicotylenchus*. Ainda, além de auxiliar no manejo de nematoides, o uso de forrageiras melhora a fertilidade do solo; aumenta a atividade biológica; melhora a reciclagem de nutrientes; auxilia no controle de plantas daninhas, insetos e doenças e aumenta a retenção de água no solo (ARIEIRA, 2002).

#### 2.4.1 Manejo biológico

De todas as alternativas de manejo, o uso de biodefensivos tem se tornado a mais procurada nos últimos anos, pois é um caminho para escapar da resistência de patógenos à produtos químicos, preservar a saúde humana e também o meio ambiente. Um estudo com variedades de soja submetidas ao tratamento de semente com *Bacillus subtilis* reduziu o desenvolvimento de *Meloidogyne* spp. (ARAUJO et al., 2012) do mesmo modo que foi observado uma redução significativa de fitonematoides em feijoeiro (OLIVEIRA et al., 2017). Espécies de *Bacillus* são comumente usadas por produtores no sistema On-Farm, onde o próprio produtor pode multiplicar o microrganismo em instalações próprias para o crescimento e desenvolvimento da mesma dentro da fazenda. Isso tem um custo menor para o produtor e abundância de bioinsumos disponíveis.

Além de bactérias, os fungos nematófagos são bastante usados como controle biológico e algumas espécies tem como modo de ação o parasitismo de ovos como alguns isolados de *Pochonia chlamydosporia* e *Trichoderma* spp. (FERREIRA et al., 2008) e outros na impedância da eclosão dos ovos como *Ecklonia maxima* e *Ascophyllum nodosum* (NGALA et al., 2016). Outros biodefensivos agrícolas agem na paralização do nematoide e é dependente do método de aplicação e concentração para uma maior eficácia. De acordo com Marçal (2019) os agentes biológicos *Paecilomyces lilacinus*, *T. harzianum*, *Pochonia chlamydosporia* e *B. methylotrophicus*, em concentrações adequadas na semente, promoveu redução de *P. brachyurus* nas raízes de soja e incremento na produtividade.

Devido ao aumento de pesquisas com microrganismos, como discutido nesse item, o controle biológico vem sendo cada vez mais explorado devido a infinitas possibilidades, em sua maioria, desconhecidas. Entretanto, o manejo integrado é sempre recomendado para que haja maior eficiência de controle não apenas de uma espécie, mas de várias divergências no sistema de produção.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Planalto Verde - GO (17°24'04.1"S 51°35'43.0"W) entre os dias 10 de outubro de 2021 a 11 de fevereiro de 2022. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006). Avaliação de emergência e nematológica foram realizadas, sendo que a avaliação de emergência foi realizada no dia 30 de outubro e as coletas de solo para avaliação nematológica foram realizadas dia 10 de outubro (1º coleta) e 21 de novembro de 2021 (2º coleta).

A variedade de soja Brasmax FOCO IPRO 74I77RSF, com resistência a nematoide do cisto e moderada resistência a nematoide de galha, foi semeada com uma bicicleta de plantio calibrada para cair 18 sementes por metro linear com espaçamento entre linhas de 0,5m. O delineamento do experimento foi em blocos casualizados (DBC) com 6 tratamentos e 5 repetições. Na área foram semeadas sete linhas de 7 m por parcela, onde as avaliações foram realizadas nas 5 linhas centrais removendo 1m de cada lado das linhas para eliminar o efeito de borda de cada parcela. O manejo da cultura foi feito de acordo com o cronograma preestabelecido pela Fazenda Planalto.

Os tratamentos biológicos foram adicionados ao tratamento preexistente realizado pela fazenda (Carbendazim 0,2 L/ha e Enraizador orgânico 0,15 L/ha) nas sementes. Os biodefensivos foram adicionados nas dosagens recomendada por cada empresa (Tabela 1), sendo que no dia do plantio foi usado um saco plástico, para homogeneizar o produto na semente, a homogeneização foi adquirida ao constatar ao toque, que a semente estava seca. Os produtos foram selecionados de acordo com o interesse da pesquisa desenvolvida, sendo apenas um dos tratamentos comercializados como nematicida com aplicação no sulco de plantio.

Tabela 1. Produtos biológicos e orgânicos, modo de ação e dosagens utilizadas no experimento para a cultura da soja. Rio Verde, 2022

Produtos	Modo de ação	Espécie/ produto	Dose/(50 Kg de sementes) <sup>1,2</sup>
A	Parasita de ovos e juvenis	<i>Trichoderma harzianum</i>	150 ml
B	Estimula Crescimento e desenvolvimento da planta – não conhecida a ação no nematoide	Fertilizante Orgânico que contém bactérias ( <i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Nitrosomonas</i> e <i>Nitrobacter</i> ) decompositores, nitrogenadores e para uso no controle biológico	800g
C	Parasita ovos e fêmeas	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	100 ml
D	Impede a eclosão de ovos	<i>Ecklonia maxima</i>	200 ml
E	reduz a reprodução e a atração do nematoide à planta	<i>Bacillus subtilis</i> e <i>B. amyloliquefaciens</i>	300ml

<sup>1</sup>todos os tratamentos tiveram adição 100 mL/50 kg de *Bradyrhizobium* e de *Azospirillum*.

<sup>2</sup>todas as sementes tratadas com produto biológico continham carbendazim e enraizador orgânico.

<sup>3</sup>produtos adicionados por hectare.

No experimento foi realizado avaliação de emergência da planta e avaliações nematológicas. A avaliação de emergência, foi realizada aos 20 dias após plantio (DAP), aonde foi quantificada o número de plantas emergidas nas linhas centrais do experimento, descontando 1 m de cada borda de cada linha e posteriormente realizou-se a transformação desses dados para porcentagem. Enquanto que as coletas nematológicas foram feitas com o auxílio de uma pá para perfurar o solo na camada de 0-20cm, onde foram retiradas três subamostras de solo por parcela, misturadas em um balde e recolocadas em um saco plástico devidamente identificado com o número da parcela e tratamento para formar uma única amostra. Os sacos foram transportados no carro e cobertos para não perder umidade e subsequente armazenados em refrigerador a 10°C até o dia do processamento.

As coletas foram realizadas no dia do plantio e aos 42 DAP; a coleta pré-plantio teve o objetivo de verificar a quantidade de nematoides presentes na área e a coleta em 42 DAP teve por objetivo averiguar a redução dos nematoides sob efeito dos produtos, visto que nesse período o nematoide finalizou seu ciclo, pois seu ciclo de vida varia de 35 a 37 dias. Os nematoides foram extraídos usando o método da flotação centrífuga em solução de sacarose descrito por Jenkins (1964) e armazenadas no refrigerador a 10°C até finalização das contagens. As contagens foram realizadas adicionando 1ml da amostra extraída na câmara de Peters e

contando a mesma amostra três vezes sob o microscópio e tirada a média das três contagens em cada amostra extraída.

Na área, a colheita das parcelas foi feita retirando as 5 linhas centrais de cada parcela manualmente e trilhando as vagens em uma trilhadora para obter o peso de grãos de cada parcela e determinar o rendimento/parcela e comparar com a produtividade da testemunha pela fórmula:  $(10.000 \text{ m}^2 \times \text{peso de grãos}) / \text{área da parcela}$ .

Os dados de germinação, contagem e rendimento de parcela, e produtividade foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 0,05 de significância. Os dados de contagem de *Helicotylenchus* spp. apresentaram grande variação (falta de normalidade de resíduos) e foram transformados usando a fórmula  $(X+1)^{0.5}$ . Essa fórmula foi sugerida, por apresentar menor coeficiente de variação para se obter uma distribuição normal dos erros. Foi aplicado o teste de comparação de médias Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico Sisvar 5.8 (FERREIRA, 2019) e as médias reais foram tabeladas usando a estatística dos dados transformados.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância foi significativa para emergência ( $p=0,008$ ) avaliada depois de 20 dias de plantio, quando a soja estava em R1 e foi observado uma germinação de 91,5% do tratamento controle, 14% maior comparada com o tratamento de semente com Produto A (77,7%) e Produto B (77,5%). Entretanto, os produtos C (90%), D (80,6%) e E (79,8%) não diferiram da testemunha (Figura 2; Anexo A).

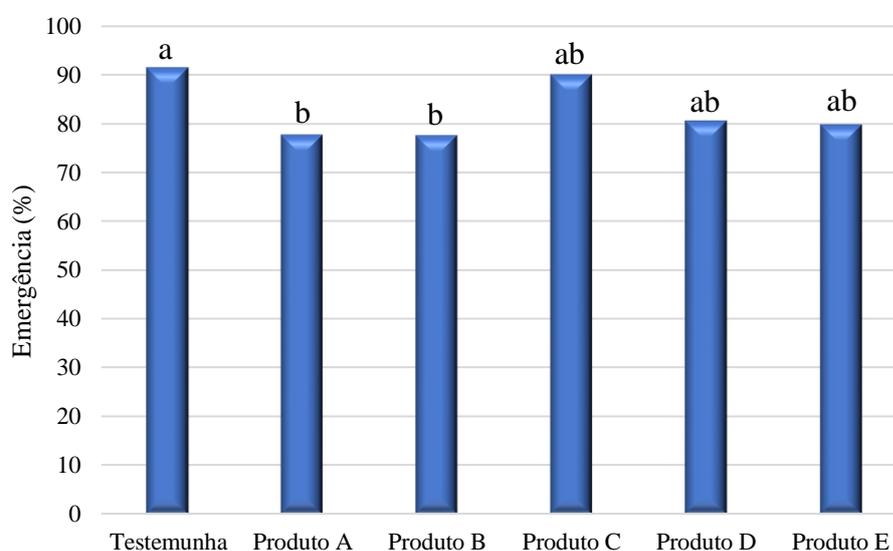


Figura 2. Emergência das plantas de soja 20 dias após o plantio (DAP), com os tratamentos em semente na Fazenda.

Nenhum tratamento biológico testado via semente foi superior ao tratamento da testemunha. Isso pode ser em decorrência do método de aplicação testado neste experimento que não exaltou o potencial do produto como já observado em outros estudos (SAHEBANI & HADAVI, 2008; SEENIVASAN, 2017). O número de *Helicotylenchus* spp. distribuídos na área experimental não foi significativamente diferente entre os tratamentos pré-plantio, o que pode assumir que a distribuição foi uniforme entre as parcelas (Tabela 2, Anexo B).

Tabela 2. Comparação dos tratamentos biológicos em sementes no número de *Helicotylenchus* spp. no solo em área total.

<b>Tratamento</b>	<b>Pré-plantio</b>	<b>42DAI</b>
Testemunha	48,6	9,2
Produto A	29	7
Produto B	24,8	9,2
Produto C	20	8,8
Produto D	34,6	11,2
Produto E	37,6	2,6
<b>CV (%)</b>	<b>40,65</b>	<b>59,76</b>
	<i>p</i> = 0.49	<i>p</i> = 0.8

A quantidade de *Helicotylenchus* spp. aos 42 DAP nas amostras, no resultado não diferiu estatisticamente entre os tratamentos e a testemunha. Entretanto, dentre os tratamentos avaliados, os produtos D e E apresentaram uma redução estatisticamente significativa de *Helicotylenchus* spp. no solo depois de 42 dias de 67,6% e 93%, respectivamente (Figura 3, Tabela 2 e Anexo C) enquanto que a Testemunha, Produto A, B e C houve uma redução numérica idem de 81%, 75,8%, 62,9% e 56%, respectivamente.

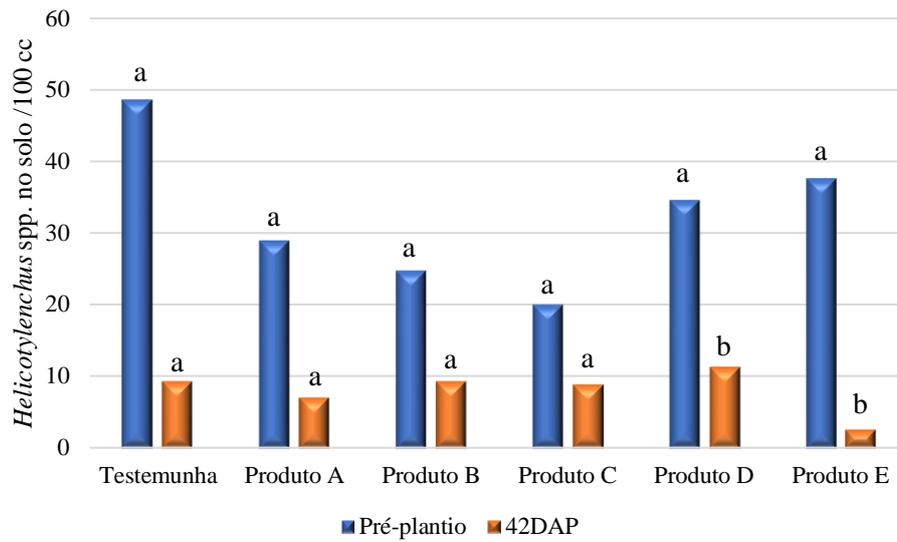


Figura 3. Comparação por tratamento antes e após 42 DAP na redução de *Helicotylenchus* spp. no solo a 5% de significância. Letras minúsculas com letras diferentes no mesmo tratamento diferenciam entre si.

Os resultados deste experimento apresentaram grande variação entre as repetições o que pode explicar falta de significância entre os tratamentos. Isso já foi observado em vários experimentos nematológicos, onde muitas das vezes os dados precisaram ser transformados para obter uma uniformidade maior dos dados (GRABAU & CHEN, 2016; SEENIVASAN, 2017; DA SILVA et al., 2019b).

A produtividade do experimento foi avaliada em comparação com o rendimento da fazenda e entre os tratamentos. O rendimento de cada parcela foi maior que 6 Kg ( $18m^2$ ), mas não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 4, Anexo D) e que apesar de uma germinação menor observada nas sementes sob o efeito do A e B, não sofreram perda produtiva. Entretanto, quando comparada a produtividade média da Fazenda Planalto de  $4.800 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  durante a safra, o produto B foi o único bioinsumo que estatisticamente não diferiu da produtividade total da fazenda e apresentou uma estimativa de produção de  $3.969 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (Figura 5).

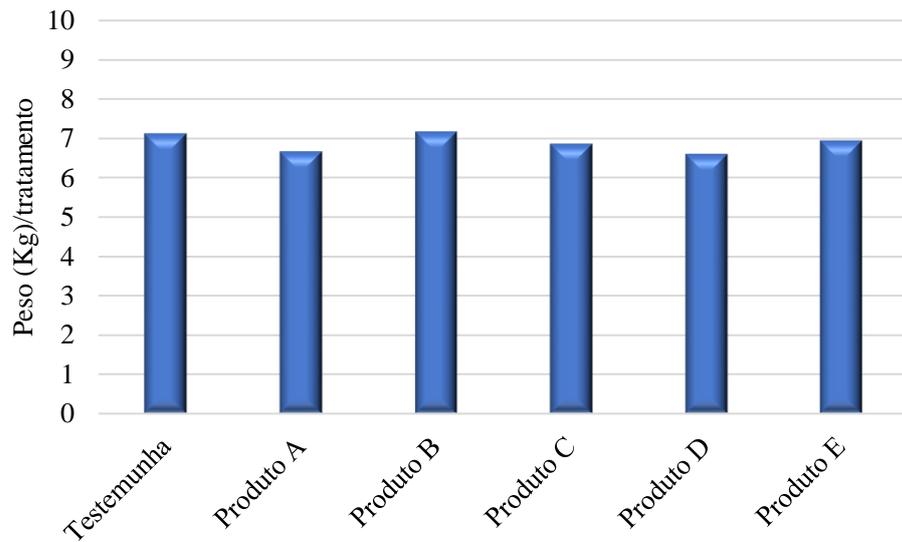


Figura 4. Média do rendimento de parcelas testadas com os produtos biológicos para a redução de *Helicotylenchus* spp. Rio Verde, 2022.

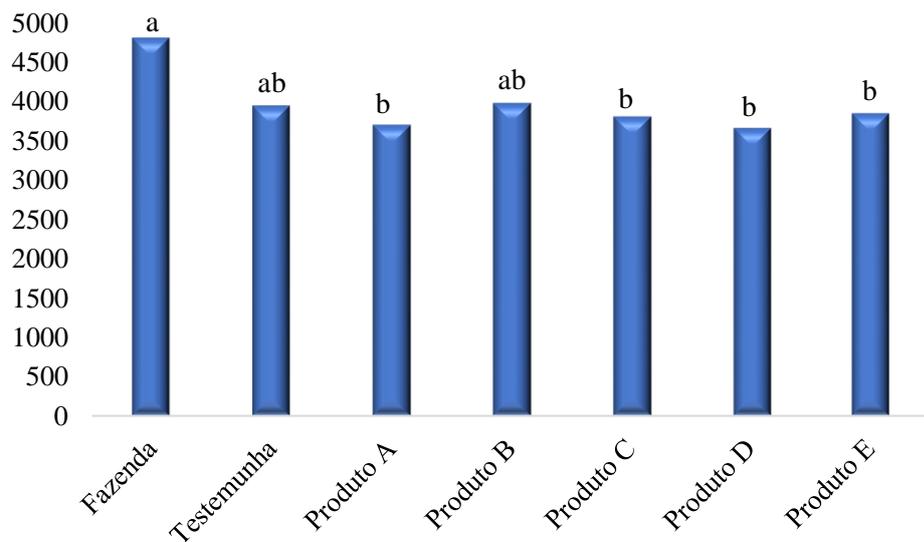


Figura 5. Média de produtividade dos tratamentos comparado com a produtividade da safra 2021-22 da Fazenda Planalto. Rio Verde, 2022.

Em geral, os produtos biológicos utilizados tiveram desempenho menor do que o tratamento da semente considerada como testemunha, visto que na semente chamada de testemunha havia tratamento químico pré-existente. Esse fenômeno pode ter ocorrido em decorrência do tratamento químico preexistente na semente, que foi uma variável que não se esperava e que pode ter tido alguma reação de incompatibilidade com os microrganismos selecionados como já observado em estudos com sementes tratadas com Carbendazim e adicionado *Trichoderma* e a combinação no campo de *Bacillus* e Glifosato (LAURENTIS et

al., 2013; DALACOSTA et al., 2019). Devido os dados terem ficados limitados a observações em campo em única safra, mais estudos com esses produtos se fazem necessários para confirmar a suspeita de incompatibilidade.

## 5 CONCLUSÕES

- 1 A germinação da soja com biodefensivos, testada como tratamento de semente não foi superior ao tratamento pré-existente da testemunha.
- 2 Os tratamentos com os produtos D e E apresentaram redução na população de *Helicotylenchus* spp. quando avaliadas separadamente.
- 3 O produto B apresentou estaticamente o mesmo nível médio de produtividade da Fazenda Planalto (safra 2021/2022).

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, F.F.; BRAGANTE, R.J.; BRAGANTE, C.E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 220–224, 2012.

ARIEIRA, C.R.D.; **Controle de *Heterodera Glycines* e *Meloidogyne* spp. por gramíneas forrageiras**. 2002. 15 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa.

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. **Nematologia de Plantas: fundamentos e importância**. 2016.

CALGARO J.G.; SANTOS, L.C; PAIM, T.P.; ALVES, E.M.; SILVA, G.M.M.; CLAUDIO, F. L. Dinâmica Populacional de Fitonematoides em Sistema Integrado de Produção de Milho. **Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, n. 1, 2021.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira 2021/2022. v. 9, n. 3, p. 1–100, 2021.

DA SILVA, M.B.; DAVIS, R.F.; DOAN, H.K.; NICHOLS, R.L.; KEMERAIT, R.C.; HALPERN, H.C.; BREWER, M.T.; JAGDALE, G.; CHEE, P. W. Fusarium wilt of cotton may commonly result from the interaction of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* with *Belonolaimus longicaudatus*. **Journal of Nematology**. v. 51, n. 1, p. 1–10, 2019. a.

DA SILVA, M.B.; DAVIS, R. F.; KUMAR, P.; NICHOLS, R.L.; CHEE, P.W. Resistance quantitative trait loci *qMi-C11* and *qMi-C14* in cotton have different effects on the development of *Meloidogyne incognita*, the southern root-knot nematode. **Plant Disease**, v. 103, n. 5, p. 853–858, 2019. b.

DALACOSTA, N.L.; FURLAN, S.H.; MAZARO, S.M. Compatibilidade de produtos à base de *Trichoderma* com fungicidas utilizados no tratamento de sementes. *In: Trichoderma: Uso na agricultura*. p. 323–338.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; MIZOBUTSI, E.H. Avaliação de

gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n. 2, 2003.

**EMBRAPA**. Cultivares de Soja BRS - Centro-Sul do Brasil. n. 43, p. 60, 2018.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; VORST, J. J. Response of indeterminate and determinate soybean cultivars to defoliation and half-plant cut-off. **Crop Science**, v. 17, n. 6, p. 913–917, 1977.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira De Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019.

FERREIRA, P.A.; FERRAZ, S.; LOPES, E.A.; FREITAS, L.G. Parasitismo de ovos de *Meloidogyne exigua* por fungos nematófagos e estudo da compatibilidade entre os isolados fúngicos. **Revista Trópica–Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 2, n. 3, p. 15–21, 2008.

FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; DIAS, W.P.; RAMOS JR, E.U.; SILVA, J.F.V. Perda de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares na região médio norte do Mato Grosso. **Agricultura De Precisão: Resultados De Um Novo Olhar**. p. 274–278, 2014.

GRABAU, Z.J.; CHEN, S. Determining the role of plant–parasitic nematodes in the corn–soybean crop rotation yield effect using nematicide application: I. Corn. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 2, p. 782–793, 2016.

GRIGOLLI, J.F.J.; ASMUS, G.L. Manejo de Nematoides na Cultura da Soja. **Embrapa Agropecuária Oeste-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2014.

JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, 1964.

KIM, K.; VUOIU, T.D.; QIU, D.; ROBBINS, R.T.; SHANNON, J.G.; LI, Z.; NGUYEN, H.T. Advancements in breeding, genetics, and genomics for resistance to three nematode species in soybean. **Theoretical and applied genetics**, v. 129, n. 12, p. 2295–2311, 2016.

KIRSCH, V.G.; KULCZYNSKI, S.M.; GOMES, C.B.; BISOGNIN, A.C.; GABRIEL, M.; BELLÉ, C.; LIMA-MEDINA, I. Caracterização de espécies de *Meloidogyne* e de *Helicotylenchus* associadas à soja no Rio Grande do Sul. **Nematropica**, v. 46, n. 2, p. 197–208, 2016.

LAURENTIS, L.; DUARTE, R.T.; AGOSTINI, T.T.; POLANCZYK, R.A. ( Berliner , 1911 ) com glifosato em diferentes dosagens , utilizado em soja ( *Glycine max* ( L . ) Merrill ). p. 37–40, 2013.

LEANDRO, H. M.; ASMUS, G. L. Rotação e sucessão de culturas para o manejo do nematoide reniforme em área de produção de soja. **Ciencia Rural**, v. 45, n. 6, p. 945–950, 2015.

MACHADO, A.C.Z.; DORIGO, O.F.; SILVA, S.A.; AMARO, P.M. Parasitismo de *Helicotylenchus dihystera* nas culturas da soja e milho. *In: XXXII congresso brasileiro de nematologia*, 2015, **Anais**.

MUKHTAR, J.; KHAN, A. A.; LAL, S. Interaction of nematodes with *Fusarium moniliforme*, incitant of premature senescence of maize. **Nematol. medit.** v. 21, p. 151–153, 1993. ~

MARÇAL, L.M. **Nematicidas no manejo de nematoides na cultura da soja**. 2019. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2019.

NASCIMENTO, A.F.; ITUASSU, D.R.; HOOGERHEIDE, E.S.S.; IKEDA, F.S.; JÚNIOR, J.A.N.M.; MORALES, M.M. II Encontro de Ciência e Tecnologias Agrossustentáveis e da VII

Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril. **EMBRAPA**, v. 2, p. 5 - 8, 2018.

NGALA, B.M.; VALDES, Y.; SANTOS, G. A. P.; PERRY, R.; WESEMAEL, W. Seaweed-based products from *Ecklonia maxima* and *Ascophyllum nodosum* as control agents for the root-knot nematodes *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* on tomato plants. **Journal of Applied Phycology**, v. In Press, 2016.

NIBLACK, T. L.; ARELLI, P. R.; NOEL, G. R.; OPPERMAN, C. H.; ORF, J. H.; SCHMITT, D. P.; SHANNON, J. G.; TYLKA, G. L. A revised classification scheme for genetically diverse populations of *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**, 2002.

OLIVEIRA, G.R.F.; SILVA, M.S.; PROENÇA, S.L.; BOSSOLANI, J.W.; CAMARGO, J.A.; FRANCO, F.S.; SÁ, M. E. Influência do *Bacillus subtilis* no controle biológico de nematoides e aspectos produtivos do feijoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 11, n. 1, p. 47–58, 2017.

POORNIMA, K.; ANGAPPAN, K.; KANNAN, R.; KUMAR, N.; KAVINO, M.; BALAMOCHAN, T. N. Interactions of nematodes with the fungal Panama wilt disease of banana and its management. **Nematologia Mediterranea**, v. 35, p. 35-- 39., 2007.

RIGGS, R. D.; SCHMITT, D. P. Complete characterization of the race scheme for *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**, 1988.

SAHEBANI, N.; HADAVI, N. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40, n. 8, p. 2016–2020, 2008.

SANTOS, L.C.; TEIXEIRA, R.A.; GERALDINE, A.M.; SILVA, Y.S. Dinâmica populacional de fitonematoides no cultivo da segunda safra Anuario de pesquisa: agricultura. *In*: Anuario de pesquisa: agricultura - Instituto de Ciência e Tecnologia comigo geração e difusão de tecnologias, 2021, **Anais**, p. 1–126.

SEENIVASAN, N. Management of *Radopholus similis* and *Helicotylenchus multicinctus* in Ratoon Banana Grown under High Density Planting Systems. **International Journal of Fruit Science**, v. 17, n. 1, p. 41–62, 2017.

SILVA, J.F.; DIAS, W.P.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E.S. Perdas por nematóides chegam a 10,6% da soja mundial. **Fitossanidade**, v. 5, p. 103–107, 2006.

TYLKA, G.L. A hypothetical human equivalent to the Hg Type. **Plant Health Perspective**, v. 17, n. 2, p. 149–151, 2016.

ZORILLA, R. A. Nematode extraction from roots and soil. *In*: DELA CRUZ, F.S; VAN DEN BERGH, D.D.W.; HAUTEA, D.M.; MOLINA, A.B. Towards management of *Musa* nematodes in Asia and the Pacific, 2003. p. 7-11.

## 7 ANEXOS

Anexo A. Tabela de análise de variância – Emergência.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
<b>Tratamento</b>	5	974,750667	194,950133	4,073	0,0081
<b>Erro</b>	24	1148,796000	47,866500		
<b>Total corrigido</b>	29	2123,546667			
<b>CV (%)</b>	8,35				
<b>Média geral</b>	82,8666667				Número de observações: 30

Anexo B. Tabela de análise de variância tratamentos – *Helicotylenchus* spp. no solo no plantio

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
<b>Tratamento</b>	5	21,561338	4,312268	0,916	0,4908
<b>Repetição</b>	4	32,274535	8,068634	1,714	0,1865
<b>Erro</b>	20	94,173299	4,708665		
<b>Total corrigido</b>	29	148,009172			
<b>CV (%)</b>	40,65				
<b>Média geral</b>	5,3385105				Número de observações: 30

Anexo C. Tabela de análise de variância tratamentos – *Helicotylenchus* spp. no solo 42 dias após o plantio

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
<b>Tratamento</b>	5	5,047142	1,009428	0,450	0,8079
<b>Repetição</b>	4	31,900035	7,975009	3,559	0,0239
<b>Erro</b>	20	44,817729	2,240886		
<b>Total corrigido</b>	29	81,764906			
<b>CV (%)</b>	59,76				
<b>Média geral</b>	2,5048958				Número de observações: 30

Anexo D. Tabela de análise de variância tratamentos – rendimento (colheita) das parcelas

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
<b>Tratamento</b>	5	13227407,5	265481,5	0,329	0,8895
<b>Repetição</b>	4	3391745	847936,25	1,051	0,4062
<b>Erro</b>	20	16137655	806882,75		
<b>Total corrigido</b>	29	20856807,5			
<b>CV (%)</b>	13.08				
<b>Média geral</b>	6866,5				

Número de observações: 30