

**PRODUTOS BIOLÓGICOS NO MANEJO DE *Heterodera glycines***  
**NA CULTURA DA SOJA**

por

**ANDERSON FLORES SOARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

Novembro – 2019

**PRODUTOS BIOLÓGICOS NO MANEJO DE *Heterodera glycines***  
**NA CULTURA DA SOJA**

por

**ANDERSON FLORES SOARES**

Comitê de Orientação:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Fabiane Martins – IF Goiano – Polo de Inovação

Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos – IF Goiano – Polo de Inovação

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

SSO676 Soares, Anderson Flores  
p PRODUTOS BIOLÓGICOS NO MANEJO DE Heterodera  
glycines NA CULTURA DA SOJA / Anderson Flores  
Soares; orientadora Paula Fabiane Martins; co-  
orientador Leonardo de Castro Santos. -- Rio Verde,  
2019.  
48 p.

Dissertação ( em Programa de Pós Graduação em  
Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano,  
Campus Rio Verde, 2019.

1. manejo biológico. 2. nematoide de cisto da soja.  
3. Glycine max. I. Martins, Paula Fabiane, orient. II.  
Santos, Leonardo de Castro, 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 9.610/98, 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**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                      | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC – Graduação                             | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: **ANDERSON FLORES SOARES**

Matrícula: **2017 2023 3154 0018**

Título do Trabalho: **PRODUTOS BIOLÓGICOS NO MANEJO DE *Heterodera glycines* NA CULTURA DA 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;
- 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.

\_\_\_\_\_, 29 / 11 / 2019.  
Local Data

*Anderson Flores Soares*

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

*[Assinatura]*

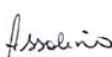
Assinatura do(a) orientador(a)




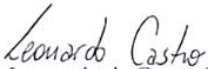
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
CAMPUS RIO VERDE - GO  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOENERGIA E GRÃOS

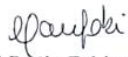
## ATA Nº 15 (QUINZE) BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos trinta dias do mês de setembro do ano de dois mil e dezenove, às 08:00 (oito horas), reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Fabiane Martins (orientadora), Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos (avaliador interno), Prof. Dr. Aurélio Rúbio Neto (avaliador interno) e Prof. Dr. Antônio Jussie da Silva Solino (avaliador externo), sob a presidência da primeira, em sessão pública realizada no Auditório do Pavilhão da Pesquisa e Pós-Graduação do IF Goiano – Campus Rio Verde, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, da autoria de **ANDERSON FLORES SOARES**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Fabiane Martins, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até 60 (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, eu, Pâmella Trayci da Silva Gonçalves, secretária do PPGBG, lavrei a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em quatro vias de igual teor.

  
Prof. Dr. Antônio Jussie da Silva Solino  
*Avaliador externo*  
UniRV

  
Prof. Dr. Aurélio Rúbio Neto  
*Avaliador interno*  
IF Goiano/ Polo de Inovação

  
Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos  
*Avaliador interno*  
IF Goiano/ Polo de Inovação

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Fabiane Martins  
*Presidente da banca*  
IF Goiano/ Polo de Inovação



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano  
Campus Rio Verde  
CEP 75901-970 – Caixa Postal 66  
Fone: (64) 3620-5643. Fax: (64) 3620-5640  
Rio Verde GO

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Roberto Fontoura Bremm Soares e Jocelaine Cecília Flores Soares, e irmã Tatiane Flores Soares, por sempre acreditarem no meu potencial e apoiarem minhas decisões.

À minha esposa Deborah Branquinho Cardoso Soares, pelo amor incondicional, compreensão, amizade, apoio, suporte, incentivo, paciência e carinho durante toda minha caminhada.

Ao grande amigo Alan Carlos de Oliveira Castro, por me incentivar, orientar, cobrar e dar guarida durante todo o período do curso enquanto estive em Rio Verde – GO.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me dar forças para seguir.

Aos professores, Paula Fabiane Martins, Leonardo Castro, Alaerson Geraldine, Aurélio Rúbio e Agna Rodrigues, pelas orientações, apoio e suporte durante essa difícil caminhada.

Aos Produtores Erci Morais Silva e Ademar Rosso, por ceder as áreas e pelo apoio na condução dos ensaios e por auxiliar a pesquisa.

Ao Sr. José Nunes Junior, Célio e Joel, pelo suporte, auxílio e orientação nas montagens das áreas experimentais.

À equipe de estagiários e bolsistas do Laboratório de Nematologia: Suellen Cunha Mendes, Vitor Pereira, Larissa Barbosa de Oliveira, Gabriel Jesus e Lucas, por todo empenho e auxílio fornecido.

Às empresas Fortgreen, Koppert do Brasil, Rhal Ciência e Tecnologia e Simbiose Agro pelo suporte e bonificação dos produtos.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, pela oportunidade de retomar os estudos com esse curso de mestrado.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	9
SUMMARY	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. A cultura da soja	14
2.2. Nematóide do cisto da soja ( <i>Heterodera glycines</i> )	16
2.3. Manejo biológico de nematoides	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Localização dos experimentos	21
3.2. Tratamentos utilizados	21
3.3. Delineamento experimental	22
3.4. Instalação e condução dos ensaios	24
3.5. Variáveis analisadas	25
3.5.1. Estande de plantas	25
3.5.2. Características biométricas	26
3.5.3. Amostragem, coleta de solo e contagem de cistos	26
3.5.4. Colheita e produtividade	27
3.6. Análise estatística	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
5. CONCLUSÃO	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39



**PRODUTOS BIOLÓGICOS NO MANEJO DE *Heterodera glycines***  
**NA CULTURA DA SOJA**

por

ANDERSON FLORES SOARES

Sob Orientação da Professora Dr.<sup>a</sup> Paula Fabiane Martins – IF Goiano – Polo de Inovação

**RESUMO**

A soja é a leguminosa com maior importância mundial, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial do grão. Porém, a ocorrência de patógenos nessa cultura, notadamente dos fitonematoides, da espécie *H. glycines*, tem sido um dos fatores que limita o seu potencial produtivo. Atualmente, o principal método de manejo de nematoides é feito por produtos químicos, que podem ser tóxicos se utilizados de maneira abusiva e indiscriminada. Diante disso, avaliou-se a capacidade de redução populacional do nematoide *H. glycines* com produtos comerciais de base biológica em campo naturalmente infestado. Foram avaliadas as características morfométricas da cultura e a capacidade do aumento produtivo da soja. Os produtos biológicos utilizados não influenciaram a emergência, a população e estande final de plantas, o acúmulo de matéria verde e matéria seca, o diâmetro e altura de plantas, as vagens por planta e os grãos por vagem. A média da contagem de cisto viáveis e inviáveis aos 90 DAE foram menores para o produto Exodus; e o peso de mil grãos foi superior para o tratamento Controle. A produtividade por hectare foi superior quando empregado o produto Bioplus.

**PALAVRAS-CHAVE:** manejo biológico, nematoide de cisto da soja, *Glycine max*.

**BIOLOGICAL PRODUCTS IN *Heterodera glycines* MANAGEMENT  
IN SOY CULTURE**

per

ANDERSON FLORES SOARES

Under the adviser of Professor Paula Fabiane Martins - IF Goiano - Innovation Pole

**SUMMARY**

Soybeans are the most important legumes in the world, and Brazil is the second largest producer of this grain in the world. However, the pathogens occurrence in this culture, notably the phytonematoids of *H. glycines* species, has been one of the factors that limit its productive potential. Currently, the main method of nematode management is made by chemicals, which can be toxic if used abusively and indiscriminately. Given this, the population reduction capacity of the *H. glycines* nematode was evaluated with commercially bio-based products in a naturally infested field. The crop morphometric characteristics and the soybean yield increase capacity were evaluated. The biological products used did not influence the emergence, the population and final stand, the green matter and dry matter accumulation, the plants diameter and heights, the pods per plant and the beans per pod. The average viable and nonviable cyst count at 90 DAE was lower for Exodus product, and the one thousand grains weight was higher for control treatment. The productivity per hectare was higher when the Bioplus product was used.

**KEYWORDS:** biological management, soybean cyst nematode, Glycine max.

## 1. INTRODUÇÃO

Praticamente todas as espécies de plantas cultivadas podem ser atacadas por nematoides. Estes são responsáveis por grandes perdas na agricultura mundial e, no Brasil, são fatores preocupantes quando analisado o impacto econômico que trazem ao setor agrícola, principalmente para a cultura da soja (*Glycine Max (L.) Merrill*) (Goulart, 2008). Junto a isso, a intensificação do cultivo em larga escala tem aumentado a atenção para estes patógenos, que chegam até inviabilizar a prática agrícola em determinadas áreas.

Os nematoides são parasitas que possuem ampla distribuição geográfica e são capazes de causar danos nas principais culturas de importância econômica no país. Somente associado a esses organismos, são atribuídos danos que geram prejuízos na ordem de R\$ 35 bilhões ao ano para a agricultura brasileira (Machado *et al.*, 2015). A Sociedade Brasileira de Nematologia (SBN) revela que anualmente na produção de soja, as perdas são estimadas em R\$ 16,2 bilhões (Agrolink, 2015).

Segundo Dias *et al.* (2010), mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas a cultivos de soja em todo o mundo. No Brasil, os nematoides mais prejudiciais à cultura têm sido os responsáveis por lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*), os formadores de galhas (*Meloidogyne spp.*) e cistos (*Heterodera glycines*) e nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*).

O Brasil, que é o maior exportador da soja, colherá aproximadamente 123 milhões de toneladas na temporada 2019-2020, superando a colheita do maior produtor mundial atualmente, Estados Unidos, estimada em apenas 112,9 milhões toneladas, segundo projeções do Departamento de Agricultura dos EUA (Exame, 2019). Entretanto, tais números poderiam ser maiores se houvesse manejo efetivo no controle de nematoides.

O manejo dos nematoides é uma tarefa difícil, na medida em que o produtor geralmente precisa conviver com o patógeno em certos níveis populacionais no solo. Métodos de controle contra nematoides têm eficiência relativa, em razão destes possuírem tegumento pouco permeável, que lhes conferem grande resistência aos agentes físicos e químicos (Alcanfor *et al.*, 2001). Na redução da densidade populacional desses fitopatógenos, algumas medidas são adotadas, como o controle químico, a rotação de culturas, o uso de variedades resistentes e o controle biológico (Ferraz *et al.*, 2001).

O controle químico, baseado no uso de nematicidas, tem tido espaço limitado na agricultura mundial, devido sua persistência no solo e potencial de contaminação. Somam-se a esses fatores os altos custos e a eficiência temporária de alguns produtos (Jatala, 1986, Stirling, 1991, Kerry, 2001). Os mecanismos de ação associados com a prática de rotação de culturas estão atribuídos, em parte, a fatores como a melhoria das características físicas e químicas do solo, resultando em melhor desenvolvimento das plantas, além do aumento da população de microrganismos antagonistas aos nematoides (Linford *et al.*, 1938, Sitaramaih & Singh, 1978, Stirling, 1991). O uso de variedades resistentes, embora seja o método ideal de manejo, depende da disponibilidade de genótipos que combinem características de resistência ao patógeno e que apresentem boas características agronômicas (Ferraz *et al.*, 2001).

Muitos avanços têm ocorrido nesta área, principalmente na identificação de efetores candidatos a facilitar o processo de parasitismo, porém as funções precisas destes efetores, bem como ações de supressão destes genes ainda estão sendo conduzidos sem resultados efetivos em campo (Hu *et al.*, 2019)

O uso do manejo biológico contra fitopatógenos possui uma série de vantagens, como não contaminar o ambiente, não deixar resíduos, transformar os solos contaminados em supressivos, ter menor custo e facilidade aplicação, além de apresentar mecanismo de controle que não favorece o surgimento de espécies resistentes (Soares, 2006, Nunes, 2008). Em função de todas

essas características, o manejo biológico pode se tornar grande aliado no aumento de produção na agricultura (Santos *et al.*, 2013).

Diversos trabalhos buscam o desenvolvimento de formas alternativas, seguras e eficientes para o manejo do *H. glycines*, novos estudos têm indicado que a combinação de vários agentes de biocontrole proporcionam maior efeito de controle sobre um único agente. O uso de bactérias endofíticas, como *Rhizobium spp.*, *Bacillus firmus* e *B. subtilis*, podem desenvolver atividade biológica contra nematoides (Hallman *et al.*, 2001; Siddiqui & Shaukat, 2003; Terefe *et al.*, 2008; Abbasi *et al.*, 2014). A co-aplicação de *Paecilomyces lilacinus* e *B. firmus* forneceram controle efetivo dos nematoides das galhas em experimento em vasos (Anastasiadis *et al.*, 2008).

Resultados a campo foram obtidos na China, em campos acompanhados por dois anos consecutivos, onde a mistura de indivíduos de três linhagens, *Sinarhizobium fredii* cepa Sneb183 (Zhao, *et al.*, 2009), *B. megaterium* cepa Sneb 482 (Sun *et al.*, 2009) e *B. simplex* cepa Sneb545 (Xiang *et al.*, 2013), reduziram a atividade de *H. glycines* na condição de laboratório. Em casa de vegetação e em campo a avaliação dessa mistura no tratamento de sementes de soja apresentaram redução populacional de *H. glycines* e o aumento do rendimento de soja (Zhou *et al.*, 2018).

Considerando o potencial dos produtos biológicos, objetivou-se com este trabalho verificar o efeito dos produtos biológicos no manejo de *H. glycines* na cultura da soja, um endoparasita radicular sedentário que causa significativas perdas de rendimento.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. A cultura da soja**

A primeira referência à soja como alimento data de mais de 5.000 anos atrás, remetendo-se sua origem à costa leste Asiática, mais precisamente na China. Sua produção ficou restrita neste país até o término da guerra entre China e Japão por volta dos anos 1894. Somente após esse período foi introduzida na Europa, em jardins botânicos da Inglaterra, França e Alemanha. Porém, ao fim da Primeira Guerra Mundial o grão de soja se tornou um item de comércio exterior importante, sendo marco da consolidação da cadeia produtiva da soja em esfera mundial a criação da fundação da American Soybean Association (ASA) em 1921. Os primeiros dados da inserção da cultura no Brasil datam de 1882 na Bahia, mas o marco principal de cultivos foi no ano de 1901 com a distribuição de sementes realizada pela Estação Experimental de Campinas. As primeiras cultivares brasileiras surgiram em 1975 no Rio Grande do Sul, estado que apresentava condições climáticas similares com as principais regiões produtoras do Estados Unidos. (Aprosoja, 2019).

A expansão da soja ocorreu mesmo a partir de 1970, concomitante ao aumento da demanda internacional pelo grão e implementação técnica da produção de suínos e aves no território nacional. Um importante passo evolutivo da sojicultura ocorreu após a criação da Embrapa, em 1975, por meio do desenvolvimento de novas cultivares adaptadas às condições climáticas das regiões produtoras do Centro-Oeste. Essa conquista brasileira revolucionou a implantação da cultura em regiões de baixa latitude, tornando-se notável pelo mercado mundial a partir do final da década de 1990, consolidando em nível nacional toda a cadeia produtiva da soja, proporcionando o desenvolvimento urbano de municípios ligados à cultura em diversos

estados do país. Atualmente, os líderes mundiais na produção de soja são os Estados Unidos, Brasil, Argentina, China, Índia e Paraguai. (Conab, 2019).

Para a Conab, a produção de grãos para a safra brasileira de 2018/2019 girou em torno de 242,1 milhões de toneladas. Especificamente para a soja, a área plantada foi de 35,88 milhões de hectares, chegando a produção de 115 milhões de toneladas, 3,6% inferior a safra passada que obteve o recorde histórico de 119,28 milhões de toneladas produzidas. Novamente o Brasil firma-se como o segundo maior produtor de soja no cenário mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e a frente da Argentina, China, Índia e Paraguai, que ocupam a terceira, quarta, quinta e sexta posição no ranking de maiores produtores mundiais, respectivamente (Conab, 2019).

Dentro do espectro nacional, os cinco estados com maior produção de soja são Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul, respectivamente, com produções de 32,45; 19,18; 16,25; 11,43 e 8,5 milhões de toneladas. Esses estados produzem, em conjunto, aproximadamente 76,5% do total nacional (Conab, 2019).

Com o avanço em novas fronteiras de produção e o crescente aumento da área cultivada, alguns desafios têm surgido, sobretudo quanto ao manejo fitossanitário da cultura. Além dos problemas que afetam a parte aérea da soja, como doenças fúngicas e bacterianas, também patógenos e pragas do solo têm aumentado as perdas produtiva e econômica ao longo dos anos (Santos, 2013).

Pesquisas realizadas demonstram perdas superiores a 50% em talhões de soja por danos causados por nematoides em áreas agricultáveis. O prejuízo, presente em grande parte das lavouras brasileiras, é de difícil quantificação em virtude do desconhecimento desta praga, que compromete de forma significativa a produtividade das lavouras (Agrolink, 2013).

Muitas espécies de nematoides têm sido frequentemente observadas em associação com o sistema radicular da soja, sem, contudo, quantificar com precisão os danos e o parasitismo por

eles ocasionados, incluindo as espécies de *Meloidogyne sp.*, o nematoide das galhas e *P. brachyurus*, o nematoide das lesões radiculares e *H. glycines*, nematoide de cisto (Santos, 2013).

Plantas sujeitas ao ataque de nematoides de cisto apresentam sistema radicular comprometido, prejudicando, assim, a translocação de seiva, a absorção de água e nutrientes, ocasionando porte reduzido, bem como condicionando o abortamento de flores e vagens (Batista, 2012). As injúrias causadas pelos nematoides no sistema radicular das plantas podem criar uma possível porta de entrada para pragas e doenças, além de tornar as raízes mais suscetíveis à infecção por outros patógenos do solo (Arieira, 2012).

O nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja, sendo que uma das formas de obtenção desse nutriente é através da fixação biológica de nitrogênio (FBN) por bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que se associam as plantas, formando estruturas especializadas nas raízes, os nódulos, nos quais ocorre o processo de FBN pela cultura (Hungria *et al.*, 2001). Todavia, o nematoide *H. glycines* pode inibir a nodulação, chegando a interromper o desenvolvimento do nódulo (Freitas *et al.*, 2009). Com a diminuição da nodulação ou mesmo a inatividade do nódulo, o suprimento inadequado de nitrogênio para as plantas ocasionará redução do crescimento, assim como da produção de novas células e tecidos nas plantas (Taiz & Zaiger, 2013).

## **2.2. Nematoide do cisto da soja (*Heterodera glycines*)**

O *Heterodera glycines* é um parasita obrigatório em plantas de soja e é conhecido por formar cistos nas raízes de seus hospedeiros. Quando o nematoide, na sua fase juvenil, infecta a raiz, inserindo seu estilete, rapidamente induz à formação de uma célula nutridora, chamada de “sincício”. O nematoide utiliza esta célula para alimentação e fornecimento de nutrientes necessários para seu desenvolvimento até a fase adulta. Na fase reprodutiva, ele encista para fora da raiz, por isso é conhecido como o nematoide do cisto da soja (Mictum, 2016).



O nematoide *H. glycines* foi detectado pela primeira vez no Japão, em 1915 (Dhingra *et al.*, 2009). No Brasil, na safra 1991/1992, surgiram os primeiros relatos desse nematoide nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás (Mendes & Dickson, 1993). Posteriormente, foi relatado no estado de São Paulo (Noel *et al.*, 1994) e nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná (Carvalho, 1999).

O sintoma inicial de ocorrência do nematoide de cisto da soja nas lavouras caracteriza-se pela presença de reboleiras, com plantas expressando mal desenvolvimento e folhas cloróticas, refletindo na má formação de vagens. Em lavouras em que a população do patógeno é muito alta, também pode ocorrer morte prematura de plantas (Dias *et al.*, 2009). Entretanto, segundo Lilley *et al.*, (2005), perdas consideráveis de produtividade podem ocorrer sem a visualização de sintomas típicos de reboleiras, corroborando com Garcia *et al.*, (2005), os quais observaram que lavouras de cultivares suscetíveis apresentaram rendimento de até  $-400 \text{ kg/ha}^{-1}$  menores que cultivares resistentes, sem apresentarem sintomas visíveis.

Por ser uma estrutura leve e altamente resistente, o cisto constitui a mais eficiente unidade de dispersão deste nematoide, permitindo que seja facilmente levado de uma área para outra, a curtas ou longas distâncias, por qualquer meio que promova movimento de solo. Assim, o patógeno pode ser disseminado por vento, água de chuva ou irrigação, máquinas agrícolas, homem e animais domésticos e selvagens (Moore *et al.*, 1984).

Em razão das diversas características inerentes aos nematoides, que inclui o *H. glycines*, o manejo é muito complexo. Após a infestação da área, a erradicação dessa praga é praticamente impossível (Ferraz *et al.*, 2010).

Em áreas nas quais o problema já foi identificado, existem medidas que ajudam a minimizar as perdas. Em geral, o manejo baseia-se em exclusão (evitar infestação em áreas isentas por espécies ou novas raças), genética (usar cultivares resistentes), química (usar

nematicidas) e biológico (uso de inimigos naturais, microrganismos capazes de parasitar ou predação ovos, cistos, nematoides juvenis e adultos) (Ribeiro *et al.*, 2010).

Dentre as medidas utilizadas atualmente, o uso de produtos biológicos vem se destacando, apresentando potencial de redução na multiplicação de nematoides, tanto por predação, quanto por antagonismo. Avaliando o efeito de isolados de *Paecilomyces lilacinus* no desenvolvimento de cafezais e na população de *M. paranaenses*, Cadioli *et al.* (2009) observaram que todos os isolados testados reduziram a população de juvenis de segundo estágio no solo. Por sua vez, Santiago *et al.* (2006) verificaram que doze isolados de *P. lilacinus* conseguiram controlar *M. paranaensis*, reduzindo sua população em tomateiros.

As espécies de *Fusarium* apresentam distribuição cosmopolita e têm sido isoladas com frequência de ovos e cistos de *H. glycines* (Costa *et al.*, 2000), demonstrando capacidade de colonização destes. Com efeito sobre a inibição da eclosão de juvenis, filtrados de *Phialomyces macrosporus* e de *Gonytrichum chlamydosporium* causaram mortalidade de juvenis de *H. glycines* de aproximadamente 68% nas avaliações realizadas por Rech *et al.* (2018). Nas avaliações realizadas por Silva *et al.* (2016), foi observado incremento de produtividade em lavouras de soja de 1,8 sacas por hectare com a utilização de *Trichoderma harzianum*, e de 3,0 sacas por hectare ao utilizar isolados de *Pochonia chlamydosporia* e com uso de isolados de *Bacillus methilotrophicus*.

Segundo Dias *et al.*, (2000) diversas medidas conjuntas são necessárias visando aumentar a tolerância da soja aos nematoides, entre elas busca-se realizar a rotação de culturas, manejo adequado do solo, níveis altos de matéria orgânica, saturação de bases dentro do recomendado, parcelamento do potássio em solos arenosos, adubação equilibrada e suplementação de micronutrientes.

### **2.3. Manejo biológico de nematoides**

O controle biológico foi definido por DeBach (1968) como “a ação de parasitoides, predadores e patógenos na manutenção da densidade de outro organismo em nível mais baixo do que aquele que normalmente ocorreria nas suas ausências”. Cerca de 75% dos antagonistas a nematoides identificados são fungos que habitam normalmente o solo, podendo ser parasitas de ovos, predadores de juvenis, adultos, cistos ou, ainda, podem produzir metabólitos tóxicos aos nematoides (Jatala, 1986). Dentre os diversos inimigos naturais dos nematoides comumente encontrados no solo, os que apresentam maior potencial como agentes de controle biológico são as bactérias e os fungos (Ferraz & Santos, 1995).

O mecanismo de ação dos agentes de controle biológico podem ser por: competição, antibiose e parasitismo (Demirci *et al.*, 2011). Os microrganismos podem estimular o crescimento das plantas diretamente (produção de hormônios, fixação biológica de nitrogênio, solubilização do fósforo, aceleração do processo de mineralização e produção de sideróforo) e indiretamente (indução de resistência sistêmica, a produção de antibióticos e antagonismo em relação a patógenos) (Dallemele-Giaretta *et al.*, 2015).

Embora existam inúmeros trabalhos explorando o manejo biológico para nematoides (Xiang *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2019; Lui *et al.*, 2018), a grande maioria das abordagens aplicadas tem sido baseada no uso de um único antagonista contra o(s) patógeno(s) alvo(s) (Siddiqui & Shaukat, 2002). Contudo, é provável que, na maioria dos casos em que o controle biológico ocorre naturalmente, tal evento seja resultado da mistura de antagonistas, muito mais do que a alta população de apenas um deles (Siddiqui & Shaukat, 2003).

Portanto, a introdução de uma mistura de antagonistas provavelmente resultaria em maior sucesso no manejo biológico, aumentaria a eficácia e confiabilidade do manejo, em função da ampliação do espectro de atividade, podendo reunir vários mecanismos de ação contra o patógeno alvo (Siddiqui & Shaukat, 2002, Siddiqui & Shaukat, 2003). O controle biológico

apresenta uma série de vantagens em relação ao tratamento químico, pois não contamina e não desequilibra o meio ambiente, tampouco deixa resíduos, além de ser mais acessível e de fácil aplicação (Soares, 2006).

Atualmente, os produtos mais pesquisados e utilizados como bionemáticos são à base de fungos parasitas de ovos e fêmeas, como *Paelomyces lilacinus*, que é um fungo primariamente saprófita, crescendo em vários substratos presentes no solo. O fungo dissemina-se rapidamente em solos agricultáveis, colonizando os ovos de nematoides após o crescimento micelial na massa de ovos. E a bactéria *Pasteuria penetrans*, endoparasita, capaz de formar esporos de resistência no solo. Esta bactéria apresenta várias características de potencial de controle biológico de nematoides, como por exemplo: sobrevivência por longos períodos no solo, resistência ao calor e à dessecação e elevado potencial reprodutivo (Ferraz et al., 2010). Já a bactéria *Bacillus amyloliquefacies* possui a capacidade de modificar as características químicas na região da rizosfera. Os nematoides são guiados quimicamente até a raiz através do reconhecimento químico dos exsudatos, com a utilização de *B. amyloliquefacies*, os nematoides não conseguem reconhecer os exsudatos radiculares, inibindo, assim, a penetração dos nematoides nas raízes (Agrolink, 2015).

Produtos à base de microrganismos, com potencial de controle biológico comprovado em pesquisas, possibilitam o acesso e uso desta tecnologia, visando à sustentabilidade do sistema agrícola, a redução de aplicação de fitossanitários, segurança para manuseio, diminuição de perdas produtivas e produção de alimentos com maior qualidade (Costa, 2015).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização dos experimentos

Foram conduzidos dois ensaios a campo, em duas localizações; a Fazenda 01 área de produção comercial de sementes da Sementes Rossoy (16°38'35.0"S, 49°12'17.8"W) no município de Silvânia-GO. A Fazenda 02, área de produção comercial de grãos da Agropecuária Passa Quatro (16°20'14.7"S, 48°53'14.5"W) localizada em São Miguel do Passa Quatro-GO.

De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, os ensaios situam-se numa sub-região de clima tropical com estação seca no inverno, com temperatura média anual de 21 °C. A média da precipitação total anual fica em torno de 1.515 mm (Clima-Date 2019).

As áreas foram selecionadas em função da presença de *H. glycines*, confirmada pela extensa reboleira de plantas com nanismo amarelo e também pela observação de fêmeas do nematoide no sistema radicular conforme (Fig. 1).



**Figura 1.** Reboleira da área experimental com sintomas de nanismo amarelo (A) e fêmeas aderidas ao sistema radicular da cultura da soja (B).

#### 3.2. Tratamentos utilizados

Foram utilizados quatro produtos comerciais com funcionalidade e com indicações para manejo de nematoides além do tratamento controle. Dos produtos selecionados, três tratamentos possuem princípios ativos com agentes biológicos, enquanto um tratamento é à base de

fertilizante mineral, como controle externo do experimento, uma vez que também tem sido indicado para manejo de nematoides.

As recomendações e dosagens empregadas foram as informadas pelo fabricante, conforme consta na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tratamento, dosagem e ingrediente ativo de diferentes produtos no manejo de nematoides na cultura da soja.

Trat.	Nome Comercial	Ingrediente Ativo (I.A.)	Dose	Aplicação
T1	Controle	-	-	
		<i>Bacillus subtilis</i>		
T2	Bioplus®	<i>Pausteria penetrans</i> <i>Paecilomyces lilacinus</i>	5,0 L /ha <sup>-1</sup>	Sulco de plantio
T3	NemaControl®+ StimuControl®	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CCT7600 <i>Trichoderma harzianum</i> CCT7858	200 ml/ ha <sup>-1</sup> + 300 ml/ ha <sup>-1</sup>	Sulco de plantio
T4	Trichodermil®	<i>Trichoderma harzianum</i> ESALQ-1306	100 ml/ ha <sup>-1</sup>	Sulco de plantio
T5	Exodus®	Fertilizante Mineral Misto	500 ml/ ha <sup>-1</sup>	Sulco de plantio

### 3.3. Delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos no delineamento em blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em esquema de parcelas, com seis repetições. Cada parcela foi constituída por seis linhas de plantio, com 6 metros de comprimento e espaçamento de 0,45 m entre linhas para ambas as fazendas (adaptado de Pelúzio *et al.*, 2008) (Quadros 2 e 3).

Como parcela útil, foram consideradas as quatro linhas centrais, de forma que as linhas 02 e 05 foram utilizadas par as análises destrutivas, coleta de solo, avaliações de crescimento de parte aérea e populacional de nematoide. As linhas 03 e 04 foram utilizadas para avaliação da produtividade. Como bordadura, foi considerada as duas linhas externas 01 e 06 e os primeiros 0,5 metros de cada parcela (Quadro 4).

<b>Bloco 1</b>	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>Bloco 2</b>	T3	T5	T1	T4	T6	T2
<b>Bloco 3</b>	T6	T4	T2	T1	T3	T5
<b>Bloco 4</b>	T1	T3	T5	T2	T4	T6
<b>Bloco 5</b>	T2	T4	T6	T3	T5	T1
<b>Bloco 6</b>	T4	T1	T3	T6	T2	T5

**Quadro 2.** Croqui demonstrativo da disposição dos tratamentos para a Fazenda 1.

<b>Bloco 1</b>	T1	T1	T3	T4	T5	T6
<b>Bloco 2</b>	T6	T5	T1	T4	T6	T2
<b>Bloco 3</b>	T3	T4	T2	T1	T3	T5
<b>Bloco 4</b>	T1	T3	T5	T2	T4	T6
<b>Bloco 5</b>	T2	T4	T6	T3	T5	T2
<b>Bloco 6</b>	T4	T1	T3	T6	T2	T5

**Quadro 3.** Croqui demonstrativo da disposição dos tratamentos para a Fazenda 2.

<b>Linha 1</b>	<b>BORDADURA</b>	Linha 01 BORDADURA	<b>BORDADURA</b>
<b>Linha 2</b>		Linha 02 para coletas de solo e plantas	
<b>Linha 3</b>		Linha 03 para avaliação de Produtividade	
<b>Linha 4</b>		Linha 04 para avaliação de Produtividade	
<b>Linha 5</b>		Linha 05 para coletas de solo e plantas	
<b>Linha 6</b>		Linha 06 BORDADURA	

**Quadro 4.** Croqui demonstrativo para as divisões dentro de cada parcela tratada.

### 3.4. Instalação e condução dos ensaios

A semeadura ocorreu em 23 de novembro de 2018 e em 04 de dezembro de 2018, respectivamente, para a Fazenda 01 e Fazenda 02. Utilizou-se para ambos os campos a variedade TMG 7067 IPRO<sup>®</sup>, da empresa Tropical Melhoramento Genético. A variedade possui susceptibilidade aos nematoides *M. javanica*, *M. incognita* e *H. glycines*. Além disso, apresenta, para a região de Cerrado, ciclo super precoce (média de 100 a 110 dias para colheita). Em relação a sanidade, é uma cultivar do portfólio das Intactas RR2 IPRO, que lhe confere tolerância ao glifosato e à ferrugem asiática, resistência as principais lagartas que afetam a cultura (TMG, 2019).

Para a região leste do Estado de Goiás, a recomendação populacional da variedade é de 13 plantas por metro, considerando as informações do lote de sementes utilizadas de 90% de germinação (TMG, 2019). Utilizou-se para plantio 15 sementes por metro, corrigindo a densidade de semeadura a campo.

As sementes utilizadas estavam tratadas com Fipronil+Piraclostrobina+Tiofanato-metílico, na dose de 0,2 L de calda para cada 100 kg de semente, tratamento este realizado pela empresa via TSI (Tratamento de Semente Industrial) (TMG, 2019). Foi realizada a inoculação, com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* no mesmo dia da semeadura, utilizando 1 g de inoculante turfoso para 500 g de sementes, umedecendo-as com água até atingir a homogeneidade. Em seguida, foram secadas à sombra em temperatura ambiente, conforme a orientação do fabricante e, por fim, foram semeadas manualmente.

Utilizou-se a adubação comercial de uso comum das Fazendas, em que se empregou as dosagens de 180kg/ha<sup>-1</sup> de Cloreto de Potássio (KCl) a lanço, dois dias antes do plantio e 280kg/ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 05-37-00 no momento do plantio.



Para o plantio, as linhas foram demarcadas com auxílio de uma plantadora. Posteriormente, abriu-se as linhas de plantio manualmente, com auxílio de enxadas, para distribuição das sementes manualmente, na profundidade de 5 centímetros.

Cada tratamento foi pulverizado com volume de calda equivalente a 100 L/ ha<sup>-1</sup> no sulco anteriormente aberto, com sementes, utilizando pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, acoplado com barra, composta por seis bicos de pulverização tipo leque XR110.02, espaçados entre si em 0,5 m. Cada bico do pulverizador tinha capacidade de cobrir o perfil de um sulco de semeadura. Após a aplicação dos produtos nos sulcos, estes foram cobertos com uma camada de aproximadamente 3 cm de solo.

Os tratos culturais foram realizados de acordo com as necessidades e recomendações para a cultura. Para o controle de plantas daninhas, foi aplicado o herbicida glifosato, 30 dias pós emergência, na dose de 3,0 L ha<sup>-1</sup>. Para o controle de pragas e doenças, foram realizadas duas aplicações. A primeira aplicação ocorreu aos 55 dias após plantio, utilizando Elatus<sup>®</sup> (0,2 L ha<sup>-1</sup>) + Cypress 400 EC (0,3 L ha<sup>-1</sup>) + Galil SC (0,3 L ha<sup>-1</sup>) + Proclaim<sup>®</sup> 50 (0,2 g ha<sup>-1</sup>) com vazão de pulverização de 120 L ha<sup>-1</sup>. A segunda aplicação foi realizada aos 78 dias após plantio, utilizando Vessarya<sup>®</sup> (0,6 L ha<sup>-1</sup>) + Galil SC (0,3 L ha<sup>-1</sup>) + Proclaim<sup>®</sup> 50 (0,2 g ha<sup>-1</sup>) com vazão de pulverização de 120 L ha<sup>-1</sup>.

### **3.5. Variáveis analisadas**

#### **3.5.1 Estande de plantas**

Avaliou-se a emergência da cultivar em todas as parcelas aos 25 dias após a semeadura para fins de monitoramento da formação de estande. Ao final do ciclo, após 115 dias da semeadura, quando as plantas alcançaram maturidade fisiológica, compreendida pela fase de maturação plena, estágio fenológico R8, conforme Fehr & Caviness (1977), realizou-se a colheita, avaliando a quantidade total de plantas em 5 metros e em duas linhas paralelas (Linha 03 e Linha 04), a fim de estimar a população final em cada tratamento.

### **3.5.2 Características biométricas**

A análise de crescimento, mediante a quantificação da massa da matéria fresca, massa da matéria seca de parte aérea e das raízes consiste em importante ferramenta para compreender o comportamento da cultivar (Brandelero *et al.* 2002; Benicasa, 2003). Para a aferição da massa da matéria verde e massa matéria verde da parte aérea, foram coletadas 5 (cinco) plantas sequenciais de forma aleatória dentro das Linha 02 e Linha 05 em cada parcela. As coletas foram realizadas aos 30 (trinta), 60 (sessenta) e 90 (noventa) dias após a emergência, com o auxílio de uma balança digital, Diamond, modelo A04, com precisão de um miligrama. Em seguida, realizou-se a secagem da parte aérea até a obtenção de massa constante para a determinação da massa da matéria seca da parte aérea, conforme Dôres (2007).

A determinação da altura de plantas foi realizada pela medição da haste principal, desde o colo na superfície do solo até a extremidade apical, considerando 5 plantas, as mesmas coletadas para a medição de massa da matéria verde. A medição do diâmetro da haste principal foi obtida com paquímetro, realizada ao nível do solo, sendo efetivada em 5 plantas da área útil da parcela. Todas as etapas avaliativas, tiveram a identificação do estágio de desenvolvimento das plantas, baseando em Fehr *et al.* (1971), para citação de cada fase fenológica da cultura.

### **3.5.3 Amostragem, coleta de solo e contagem de cistos**

As avaliações para quantificação de nematoides obedeceram ao calendário de dias: 0 (zero), 30 (trinta), 60 (sessenta) e 90 (noventa) dias após a emergência. As amostras de 500 gramas de solo foram coletadas, na profundidade de 0 – 20 cm, dentro das Linhas 02 e 05 de cada parcela.

Após coletadas e identificadas, as amostras de solo foram acondicionadas em caixa térmica de isopor, visando a manutenção da umidade e temperatura das amostras, sendo

mantidas sob refrigeração até o seu envio ao Laboratório de Fitopatologia e Nematologia do IF Goiano, Campus Rio Verde, para a realização da extração e contagem dos nematoides.

Para a avaliação de cistos, foi retirada uma alíquota de 100 cm<sup>3</sup> de solo próximo a região da rizosfera das plantas. O solo retirado foi colocado em um becker de 1 L, em que se adicionou água e homogeneizou-se para desmanchar os torrões. A suspensão permaneceu em repouso por 15 segundos e, na sequência, foi vertida em peneira de 20 Mesh, sobreposta a outra de 60 Mesh. Este procedimento foi repetido três vezes, quando, então, o resíduo da peneira de 60 Mesh foi recolhido (Tihohod, 2000).

Os materiais coletados foram filtrados em papel de filtro sobre uma calha telada e levada ao microscópio estereoscópico (aumento de 15x) para contagem do número de cistos, conforme Andrade *et al.*, (1997).

#### **3.5.4 Colheita e produtividade**

A colheita foi realizada manualmente nas duas linhas interiores da parcela e em cinco metros sequenciais. Avaliou-se o número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa média de mil grãos e produtividade total por hectare.

Para avaliar o número de vagens por plantas, contabilizou-se todas as vagens com grãos da parcela amostrada e, posteriormente, estas foram debulhadas, contabilizando o número de grãos por vagens.

Para a avaliação de peso de mil grãos, utilizou a metodologia de Brasil (1999), corrigindo a umidade de 100 grãos para 13%, realizando a pesagem com o auxílio de balança analítica com precisão de um miligrama, tendo o dado sido extrapolado para mil grãos e, posteriormente, para estimativa de produtividade total por hectare.

### **3.6. Análise estatística**

As repetições dos tratamentos foram submetidas à verificação de teste de normalidade W de Shapiro Wilk. Verificado isto e identificando diferença significativa, procedeu-se a comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira, 2008).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram avaliadas as características morfológicas do ensaio buscando identificar alterações entre os tratamentos e, ainda, levantou-se os dados produtivos para mensurar as produtividades, a fim de diferir resultados que pudessem elencar o melhor tratamento testado.

As variáveis de emergência de plantas, quantidade de plantas por metro linear e estande final para a população por hectare no campo não foram influenciadas pelos tratamentos ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Emergência, população final por metro e estande final por hectare dos tratamentos biológicos visando manejo de nematoides em soja, Luziânia – GO e São Miguel do Passa Quatro – GO, safra 2018/19

TRATAMENTOS	EMERGÊNCIA (PLANTAS/M)		POPULAÇÃO FINAL (PLANTAS/M)		ESTANDE FINAL (MIL PLANTAS/HA)	
	Média		Média		média	
Controle	13,9	a	12,3	a	273,3	a
Bioplus	15,3	a	13,4	a	298,8	a
Stimu Control + Nema Control	14,9	a	13,2	a	293,5	a
Trichodermil	14,1	a	12,0	a	266,0	a
Exodus	14,1	a	12,5	a	277,9	a
MÉDIA	14,5		12,7		281,91	
CV (%)	11,5		17,4		17,4	

Médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis de: acúmulo de massa da matéria verde (Tabela 3) e de massa de matéria seca (Tabela 4) não sofreram influência dos tratamentos no decorrer do tempo avaliado ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3:** Acúmulo da massa de matéria verde média de plantas com tratamentos biológicos para o manejo de nematoides em soja, aos 30, 60 e 90 dias, após a emergência (DAE), Luziânia – GO e São Miguel do Passa Quatro – GO, safra 2018/19

TRATAMENTOS	MASSA DE MATÉRIA VERDE					
	30 DAE		60 DAE		90 DAE	
	Média		Média		média	
Controle	10,3	a	100,0	a	98,8	a
Bioplus	12,1	a	130,2	a	133,4	a
Stimu Control + Nema Control	11,2	a	90,9	a	96,1	a
Trichodermil	10,7	a	112,5	a	109,7	a
Exodus	11,5	a	116,3	a	124,9	a
MÉDIA	11,2	B	110,0	A	112,57	A
CV (%)	34,7		53,79		60,43	

Médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4:** Acúmulo de matéria seca de plantas para tratamentos biológicos visando manejo de nematoides em soja, aos 30, 60 e 90 dias, após a emergência (DAE), Luziânia – GO e São Miguel do Passa Quatro – GO, safra 2018/19

TRATAMENTOS	MASSA DA MATÉRIA SECA					
	30 DAE		60 DAE		90 DAE	
	média		Média		média	
Controle	2,2	a	24,5	a	39,6	a
Bioplus	2,4	a	34,4	a	51,1	a
Stimu Control + Nema Control	2,4	a	22,5	a	38,5	a
Trichodermil	2,3	a	28,3	a	44,1	a
Exodus	2,4	a	28,8	a	47,3	a
MÉDIA	2,4	C	27,7	B	44,1	A
CV (%)	62,9		52,9		37,2	

Médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Produtos formulados com a bactéria *Bacillus subtilis* têm mostrado resultados positivos para manejo de nematoides. Na avaliação de altura de plantas (Tabela 5), os resultados observados não mostraram diferença entre os tratamentos testados. Estes dados diferem dos encontrados por Burkett-Cadena et al., (2008), em que produtos que contêm em sua formulação a inoculação de *Bacillus subtilis* proporcionam influência positiva no crescimento das plantas. Este efeito já foi comprovado em estudo de avaliação do controle de nematoides em cana-de-açúcar e *B. subtilis* também promoveu o crescimento da planta (Cardozo & Araujo 2011). Os efeitos de *B. subtilis* no aumento do crescimento da soja, conforme Araújo et al., (2005),

sugerem que o modo de ação se dá através da influência de fitorreguladores e antibióticos no crescimento e sanidade da cultura.

**Tabela 5:** Altura média de plantas para tratamentos biológicos visando o manejo de nematoides em soja, aos 30, 60 e 90 dias, após a emergência (DAE), Luziânia – GO e São Miguel do Passa Quatro – GO, safra 2018/19

TRATAMENTOS	ALTURA DE PLANTAS					
	30 DAE		60 DAE		90 DAE	
	Média		média		média	
Controle	9,33	a	40,4	a	45,8	a
Bioplus	10,27	a	43,5	a	48,9	a
Stimu Control + Nema Control	9,48	a	39,8	a	47,0	a
Trichodermil	9,36	a	42,6	a	47,5	a
Exodus	9,42	a	40,9	a	45,7	a
MÉDIA	9,6	C	41,4	B	47,0	A
CV (%)	23,4		34,2		24,2	

Médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de dados para o diâmetro da haste principal de plantas e número da contagem de cistos viáveis das amostras extraídas dos campos não apresentou diferença entre os tratamentos nos períodos analisados ( $p < 0,05$ ) (Tabela 6).

**Tabela 6:** Diâmetro médio da haste principal de plantas de soja para tratamentos biológicos visando manejo de nematoides em soja, aos 30, 60 e 90 dias, após a emergência (DAE), Luziânia – GO e São Miguel do Passa Quatro – GO, safra 2018/19

TRATAMENTOS	DIÂMETRO DA HASTE PRINCIPAL					
	30 DAE		60 DAE		90 DAE	
	Média		Média		média	
Controle	2,6	a	3,8	a	4,0	a
Bioplus	2,9	a	4,4	a	4,4	a
Stimu Control + Nema Control	2,7	a	3,7	a	3,8	a
Trichodermil	2,6	a	3,9	a	4,2	a
Exodus	2,5	a	3,8	a	4,3	a
MÉDIA	2,65	C	3,9	B	4,2	A
CV (%)	26,8		18,8		15,0	

Médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No entanto, houve diferença significativa para a avaliação aos 90 DAE ( $p < 0,05$ ), em que o Exodus obteve desempenho superior nos tratamentos, diferindo estatisticamente do Controle e do Bioplus. Por sua vez, os tratamentos Trichodermil e StimuControl + Nema Control não diferiram estatisticamente dos resultados médios obtidos do Controle e do Bioplus (Tabela 7).

Sabe-se que o uso de fertilizantes afeta a população de nematoides parasitas, representando uma ferramenta potencial para programas de manejo (Coyne et al., 2004). Pode-se sugerir que os resultados obtidos com o tratamento Exodus viriam a corroborar com dados de pesquisas realizadas a campo por Gao *et al.* (2018), demonstrando que a aplicação de fertilizantes podem induzir a exsudação radicular de ácidos fenólicos e melhorar os genes relacionados à expressão vegetal contra patógenos, reduzindo a população do *H. glycines*.

**Tabela 7:** Valores médios de contagem de cistos viáveis para tratamentos biológicos visando manejo de nematoides em soja, aos 0, 30, 60 e 90 dias, após a emergência (DAE), Luziânia – GO e São Miguel do Passa Quatro – GO, safra 2018/19.

TRATAMENTOS	CONTAGEM CISTOS VIÁVEIS							
	0 DAE		30 DAE		60 DAE		90 DAE	
	Média		média		Média		média	
Controle	13,3	a	10,8	a	21,7	a	51,4	b
Bioplus	15,2	a	9,8	a	21,5	a	47,1	b
Stimu Control + Nema Control	16,0	a	18,1	a	17,9	a	44,3	ab
Trichodermil	16,2	a	10,7	a	19,3	a	37,1	ab
Exodus	18,7	a	13,9	a	17,3	a	28,0	a
MÉDIA	15,9	B	12,6	B	19,5	B	41,6	A
CV (%)	107,4		84,9		74,3		52,6	

Médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a avaliação do número da contagem de cistos inviáveis das amostras de campo, não foram encontradas diferenças expressivas entre os tratamentos aos 0, 30 e 60 dias após emergência ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, para a avaliação aos 90 DAE ( $p < 0,05$ ), o Exodus também diferiu estatisticamente dos tratamentos Controle, StimuControl + Nema Control e Trichodermil, não destoou, porém, do tratamento Bioplus. Por sua vez, o tratamento Bioplus não diferiu estatisticamente dos resultados médios obtidos pelo Controle, StimuControl + Nema Control e Trichodermil (Tabela 8).

Xiang *et al.*, (2017) testaram diferentes estirpes de *Bacillus sp.*, caracterizadas pelo potencial de promoção de crescimento de plantas, para manejo de *H. glycines*, em 3 diferentes experimentos: casa de vegetação, microplot e campo. Eles observaram que os resultados em campo apresentam menores valores de redução de cistos, comparados com os outros dois experimentos. Todavia, conseguiram encontrar dois tratamentos que apresentaram redução



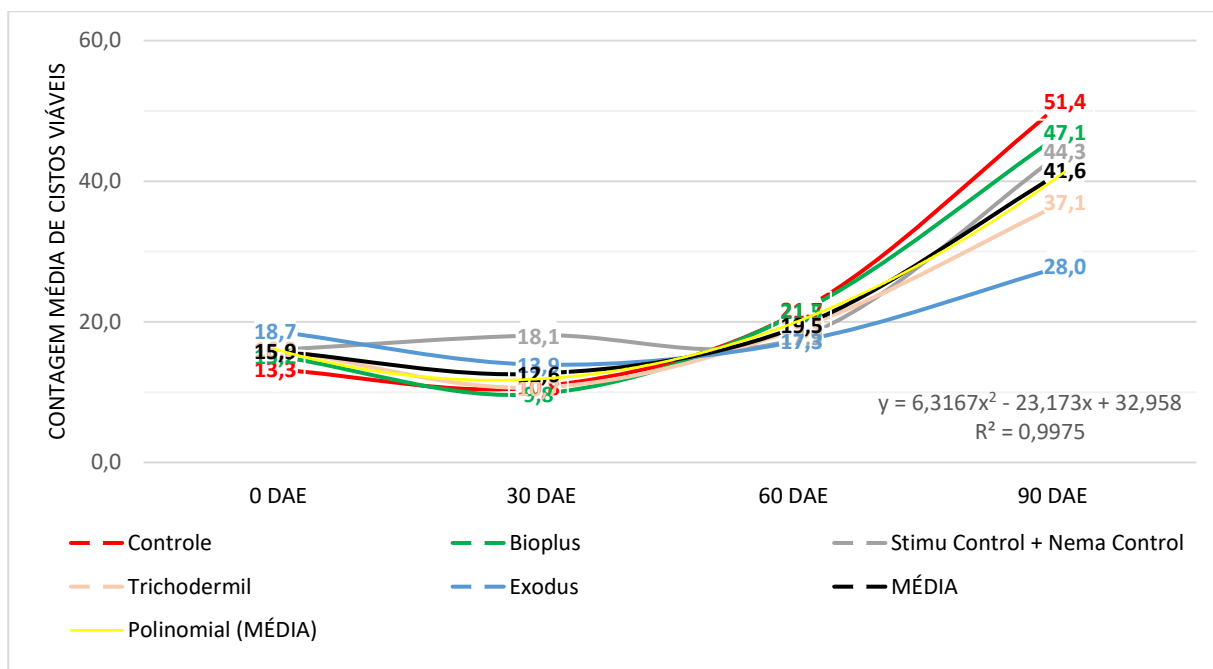
considerável de cistos comparado com o controle aos 60 DAP ( $P < 0,10$ ). Isso demonstra a dificuldade de obter o manejo de nematoides em campo, visto os diversos fatores que influenciam a presença desta praga, sendo que os autores sugerem que, para melhores resultados, os experimentos de manejo de nematoides devem ser realizados juntamente a práticas integradas de manejo.

**Tabela 8:** Valores médios de contagem de cistos inviáveis para tratamentos biológicos visando manejo de nematoides em soja, aos 0, 30, 60 e 90 dias, após a emergência (DAE), Luziânia – GO e São Miguel do Passa Quatro – GO, safra 2018/19.

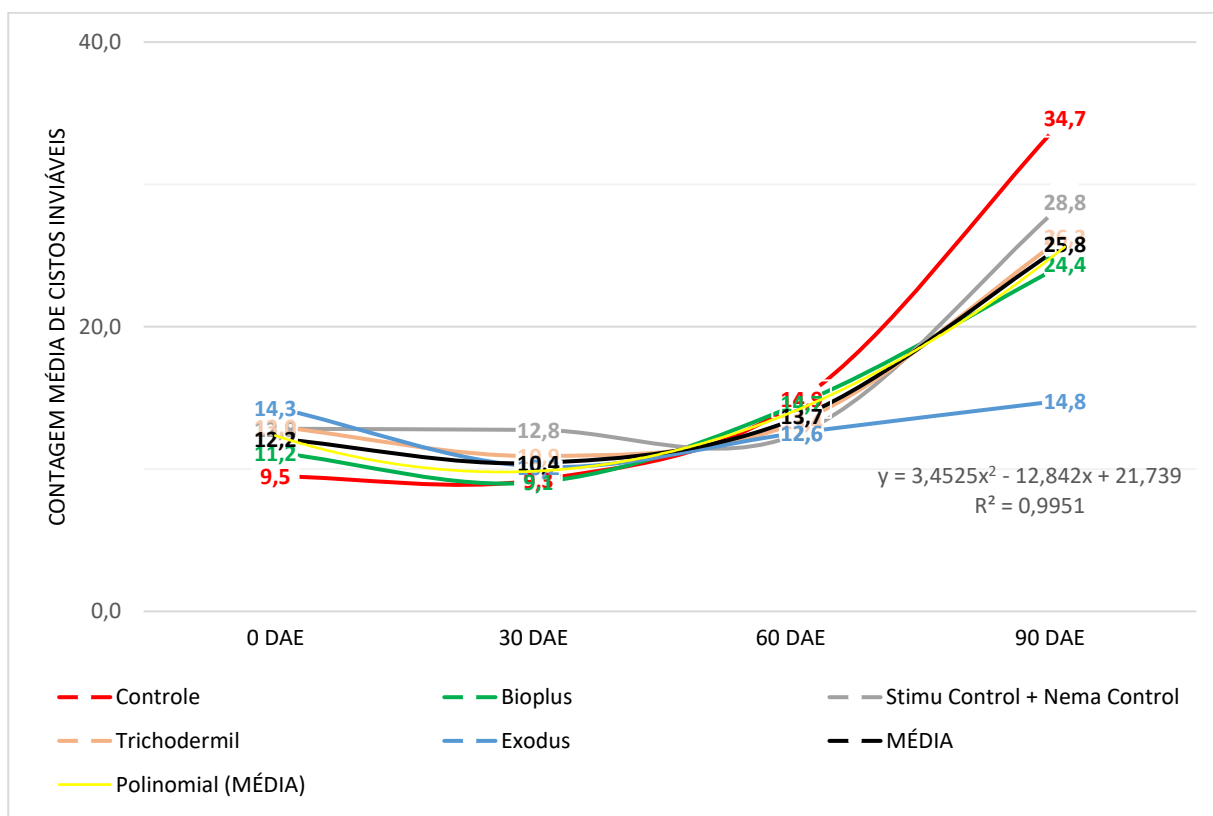
TRATAMENTOS	CONTAGEM CISTOS INVIÁVEIS							
	0 DAE		30 DAE		60 DAE		90 DAE	
	Média		média		média		Média	
Controle	9,5	a	9,3	a	14,9	a	34,7	b
Bioplus	11,2	a	9,1	a	14,7	a	24,4	ab
Stimu Control + Nema Control	12,8	a	12,8	a	12,6	a	28,8	b
Trichodermil	13,0	a	10,9	a	13,4	a	26,3	b
Exodus	14,3	a	10,2	a	12,6	a	14,8	a
MÉDIA	12,2	B	10,4	B	13,7	B	25,8	A
CV (%)	74,4		55,4		65,1		49,8	

Médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No ensaio, ocorreu aumento linear do número de cistos conforme avançaram os dias pós plantio da soja, corroborando com os dados de Araújo (2013), no qual os resultados de testes a campo indicam que o número de cistos do nematoide tendem a aumentar com o cultivo de soja suscetível ao ataque de nematoides, principalmente em virtude do crescimento radicular das plantas, que atingem novas áreas de solo, facilitando e potencializando o acesso dos nematoides às raízes (Figuras 5 e 6).



**Figura 5.** População de cistos viáveis em diferentes épocas de avaliação, média dos ensaios. Luziânia – GO e São Miguel do Passa Quatro – GO, safra 2018/19.



**Figura 6.** População de cistos inviáveis em diferentes épocas de avaliação, média dos ensaios. Luziânia – GO e São Miguel do Passa Quatro – GO, safra 2018/19.

Os dados gráficos dos ensaios demonstraram que os resultados obtidos com os tratamentos tendem a reduzir o número de cistos viáveis e inviáveis ao final do ciclo da cultura quando

comparados ao tratamento Controle. Entretanto, o tratamento Exodus foi o que demonstrou diferença significativa para ambas as variáveis analisadas (Tabela 7 e 8, Figura 5 e 6).

As demais variáveis analisadas de média de vagens por planta e média de grãos por vagem, não apresentaram influências dos tratamentos ( $p < 0,05$ ) (Tabela 9).

A variável peso de mil grãos (PMG) apresentou diferenças entre as médias dos tratamentos, em que o tratamento Controle apresentou as maiores médias, diferindo consideravelmente de todos os demais tratamentos ( $p < 0,05$ ) (Tabela 9).

**Tabela 9:** Valores médios de vagens por planta, grãos por vagem, e PMG (peso médio de mil grãos) para tratamentos biológicos visando manejo de nematoides em soja, Luziânia – GO e São Miguel do Passa Quatro – GO, safra 2018/19

TRATAMENTOS	VAGENS POR PLANTA (MÉDIA)		GRÃOS POR VAGEM (MÉDIA)		PMG (GRAMAS/ 1.000 GRÃOS)	
	Média		média		Média	
Controle	16,9	a	2,60	a	158,1	a
Bioplus	20,2	a	2,72	a	147,9	b
Stimu Control + Nema Control	17,1	a	2,67	a	146,5	b
Trichodermil	18,9	a	2,67	a	146,8	b
Exodus	18,7	a	2,68	a	149,7	b
MÉDIA	18,3		2,7		149,6	
CV (%)	33,2		8,0		2,5	

Médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação de produtividade, observou-se diferenças expressivas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ), em que o produto Bioplus obteve as maiores médias produtivas (Tabela 10).

Os dados obtidos neste trabalho corroboram com pesquisas anteriores, nas quais o uso de produtos que possuam mistura de antagonistas ou que realizem a aplicação conjunta de misturas de linhagens de antagonistas propiciam o aumento do rendimento das culturas em áreas com presença *H. glycines*. Pesquisas como a de Xiang *et al.*, (2017), utilizando a mistura *Bacillus velezensis* estirpe Bve12 mais *Bacillus altitudinis* estirpe Bal13, aumentou o crescimento inicial das plantas nos ensaios de microplaca a 60 DAP, bem como melhorou o rendimento de soja na colheita nos ensaios de campo. Assim como Liu *et al.*, (2016) encontraram estirpes individuais de *Bacillus safensis* e *Bacillus pumilus* promovendo o crescimento de plantas em couve chinesa

e com o uso de mistura de estirpes contendo *B. velezensis* (Bve12), *B. mojavensis*, *Lysinibacillus macroides*, *B. velezensis* (Bve15), *B. safensis* (Bsa27), *Bacillus pumilus* (Bpu6) e *B. velezensis* (Bve40) aumentavam o rendimento comercial de repolho chinês no campo.

**Tabela 10:** Produtividade de soja para tratamentos biológicos visando manejo de nematoides em soja, Luziânia – GO e São Miguel do Passa Quatro – GO, safra 2018/19

TRATAMENTOS	PRODUTIVIDADE (SC/HA)	
	Média	
Controle	30,8	b
Bioplus	41,7	a
Stimu Control + Nema Control	33,4	ab
Trichodermil	32,0	ab
Exodus	34,4	ab
<b>MÉDIA</b>	<b>38,7</b>	
CV (%)	34,4	

Médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os presentes dados nos remetem aos resultados obtidos por Vicente & Santos (2014), demonstrando que a utilização de produtos que possuam inóculos de *Pasteuria spp* reduziram a penetração de juvenis de *H. glycines* nas raízes e o número de cistos formados, em condições de casa de vegetação. Assim como Nunes (2008) relatou que a utilização de produtos com os isolados de *Pochonia chlamydosporia* e *Paecilomyces lilacinus* mostram que os microrganismos foram patogênicos para ovos de *M. incognita* e *H. glycines* em condições de casa-de-vegetação.

O manejo integrado, com a utilização de produtos em conjunto com os fungos entomopatogênicos ou outros agentes de controle biológico pode ser uma estratégia segura e eficiente (Loureiro *et al.*, 2002).

## 5. CONCLUSÃO

Após as pesquisas realizadas a campo, tem-se que o tratamento no qual o produto Bioplus foi empregado resultou na melhor média produtiva, sendo superior ao segundo colocado em 7,3 sacas por hectare e ao Controle em 10,9 sacas por hectare.

A utilização do tratamento Bioplus demonstrou em condição a campo expressivo aumento produtivo da soja, ainda que não tenha apresentado diferenças significativas na redução populacional do nematoide.

Todos os tratamentos empregados proporcionaram redução na quantidade de nematoides quando comparado ao Controle. Todavia, neste trabalho, o produto Exodus obteve os menores resultados para cistos viáveis e inviáveis, sendo o melhor para este fim.

É possível que o emprego de dois produtos, Bioplus e Exodus, apresentem melhores resultados para o manejo de *H. glycines*, uma vez que o modo de ação é diferente e podem acumular os efeitos benéficos observados ao longo da execução da pesquisa a campo

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados obtidos neste estudo, pode-se levar em consideração que:

- Estudos a campo devem ser feitos com maior frequência para avaliar a capacidade de supressão do nematoide do cisto da soja. Com maiores resultados de campo, práticas culturais podem ser sugeridas para promover o aumento das comunidades de organismos antagonicos no solo, resultando em diminuição dos níveis de parasitismo do *H. glycyne*, bem como a possibilidade do aumento da produção de soja em áreas infestadas;

- Estudos com outras espécies de antagonistas e com diferentes doses de inóculo deverão ser realizados com o objetivo de avaliar o potencial de manejo, além de que devem ser realizadas avaliações por períodos superiores a uma safra, para que se tenha maior segurança na distribuição dos dados gerados;

- Existe a necessidade de aferição em maior volume de campos e diferentes áreas testes para validação dos produtos testados, levando em consideração, principalmente, o produto que apresentou a maior produtividade (Bioplus) e o produto que apresentou o melhor desempenho na redução da população de *H. glycyne* a campo (Exodus), para conferência e multiplicação dos resultados.

- Faz-se necessário mensurar e quantificar o potencial de retorno financeiro quando houver a utilização dos produtos citados neste trabalho a fim de validar o potencial de uso em grande escala.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ABBASI, M.W.; AHMED, N.; ZAKI, M.J.; SHUAKAT, S.S.; KHAN, D. 2014.** Potential of *Bacillus species* against *Meloidogyne javanica* parasitizing eggplant (*Solanum melongena* L.) and induced biochemical changes. *Plant and soil*, v. 375: 159–173.

**AGROLINK, 2013.** Notícias. Disponível em: <[http://agrolink.com.br/culturas/soja/noticia/nematoides-afetam-a-produtividade-das-lavouras-brasileiras\\_181298.html](http://agrolink.com.br/culturas/soja/noticia/nematoides-afetam-a-produtividade-das-lavouras-brasileiras_181298.html)>. Acesso em: 20 de junho de 2017.

**AGROLINK, 2015.** Notícias. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/noticias/por-ano-nematoides-causam-prejuizos-de-r--35-bilhoes-ao-agronegocio-nacional\\_343212.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/por-ano-nematoides-causam-prejuizos-de-r--35-bilhoes-ao-agronegocio-nacional_343212.html)>. Acesso em: 20 de junho de 2017.

**ALCANFOR, D.C., R. INNECO, J.S. COLARES & S.H. MATTOS. 2001.** Controle de nematoides de galhas com produtos naturais. *Horticultura Brasileira*, v.19.

**ANASTASIADIS, I.; GIANNAKOU, I.; PROPHETOU-ATHANASIADOU, D.; GOWEN, S. 2008.** The combined effect of the application of a biocontrol agent *Paecilomyces lilacinus*, with various practices for the control of root-knot nematodes. *Crop Protection*, v. 27: 352–361.

**ANDRADE, P.J.M.; ASMUS, G.L. 1997.** Disseminação do nematoide do cisto da soja (*Heterodera glycines*) pelo vento durante o preparo de solo. *Nematologia Brasileira*. Piracicaba. v. 21: 98-99.

**APROSOJA, 2019.** A história da soja. Disponível em: <<http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-da-soja>>. Acesso em: 20 de junho de 2019.

**ARAÚJO, F.F.; HENNING, A.A.; HUNGRIA, M. 2005.** Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v.21: 1.639-1.645.

**ARAUJO, F. G. 2013.** Aspectos da biologia de manejo do nematoide de cisto da soja. Dissertação de Doutorado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

**ARIEIRA, G. O. 2012.** Nematologia Brasil. Disponível em: <  
<http://nematobrasil.blogspot.com.br/2012/05/nematoide-de-cistos-da-sojaheterodera.html>>  
Acesso em: 21 setembro 2019.

**BATISTA, R. O. 2012.** Diversidade genética de linhagens elite de soja resistente a doenças. 100f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa-MG.

**BENICASA, M. M. P. 2003.** Análise do crescimento de plantas (noções básicas). 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 41p.

**BRANDELERO E., C.P. PEIXOTO, J.M.B. SANTOS, J.C.C. MORAES, M.F.S.P. PEIXOTO & V. SILVA. 2002.** Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no Recôncavo Baiano. Magistra, Cruz das Almas, v. 14: 77-88.

**BRASIL. 2009.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 399 p.

**BURKETT-CADENA, M.; KOKALIS-BURELLE, N.; LAWRENCE, K.S.; SANTEN, E.V.; KLOEPPER, J.W. 2008.** Suppressiveness of rootknot nematodes mediated by rhizobacteria. Biological Control, v.47: 55-59.

**CADIOLI, M. C.; SANTIAGO, D. C.; OLIVEIRA, A. D.; PAES, V.S.; ARIEIRA, G. O. ; BAIDA, F. C. 2009.** Efeito de isolados de *Paecilomyces lilacinus* no desenvolvimento de cafezais e na população de *Meloidogyne paranaensis*. Ciências Agrotec., 33 (3), 713-720.

**CARDOZO, R.B.; ARAUJO, F.F. 2011.** Multiplicação de *Bacillus subtilis* em vinhaça e viabilidade no controle da meloidoginose, em cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15: 1.283-1.288.



**CARVALHO, V. P. 1999.** Identificação de marcadores moleculares para a resistência ao nematoide do cisto da soja [*Heterodera glycines* (Ichinohe)]. Dissertação de Doutorado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

**CLIMA-DATE, 2019.** Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/luziania-4475/#temperature-graph>>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

**CONAB. 2019.** Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2018/19 – Décimo segundo levantamento, Brasília, v. 6: 1-104.

**COSTA, M. J. N.; CAMPOS, V. P.; PFENNING, L. H.; OLIVEIRA, D. F. 2000.** Filtrados de culturas fúngicas com ação antagonista a *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. Fitopatologia Brasileira, v. 25, supl., p. 235-336.

**COSTA, M.A. 2015.** Biocontrole de nematoides com fungos. Tese de Mestrado, UNESP, Jaboticabal, 44p.

**COYNE, D.L.; SAHRAWAT, K.L.; PLOWRIGHT, R.A. 2004.** The influence of mineral fertilizer application and plant nutrition on plant-parasitic nematodes in upland and lowland rice in Cote D'Ivoire and its implications in long term agricultural research trials. Exp. Agric., 40, 245-256.

**DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; SILVA, M. C. S.; KASUYA, M. C. M.; FERRAZ, S. 2015.** *Pochonia chlamydosporia* promotes the growth of tomato and lettuce plants. Acta Scientiarum, v. 37: 417-423.

**DeBACH, P. 1968.** Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Editora Continental, S.A., México. 927p.

**DEMIRCI, E.; DANE, E.; EKEN, C. 2011.** In vitro antagonistic activity of fungi isolated from sclerotia on potato tubers against *Rhizoctonia solani*. Turkish Journal of Biology. v.35: 457-462.

**DHINGRA, O. D., MENDONÇA, H. L., MACEDO, D.M., 2009.** Doenças e seu controle. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). Tecnologias de produção de usos da soja. Londrina: Mecenas.

**DIAS, W. P.; GARCIA, A.; SILVA, J. F. V. 2000.** Nematoides associados a cultura da soja no Brasil. Comoser, Uberlândia, 59-70.

**DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V; CARNEIRO, G. E. S.; GARCIA, A.; ARIAS, C. A. A. 2009** Nematode de cisto da soja: Biologia e manejo pelo uso da resistência genética. Nematologia Brasileira, Piracicaba, v. 33: 1-16.

**DIAS, W.P., A. GARCIA, J.F.V SILVA & G.E.S CARNEIRO. 2010.** Nematoides em soja: Identificação e Controle. Londrina: Embrapa Soja, 8p, (Circular Técnica 76).

**DÔRES, R. G. R. 2007.** Análise morfológica e fitoquímica da Fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.). Dissertação de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 374.

**EXAME, 2019.** Economia. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/brasil-deve-ultrapassar-eua-como-maior-produtor-de-soja-do-mundo/>>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.

**FEHR, W. R., C.E. CAVINESS, D.T. BURMOOD & J.S. PENNINGTON. 1971.** Stage of development descriptions for soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). Crop Science, Madison, v. 11: 929-931.

**FERRAZ, S. & M.A. SANTOS. 1995.** Controle biológico de nematoides pelo uso de fungos. Revisão Anual de Proteção de Plantas, v.3: 283-314.

**FERRAZ, S.; DIAS, C.R. & L.G. FREITAS. 2001.** Controle de nematoides com práticas culturais. In: ZAMBOLIM, L. (ed). Manejo Integrado-Fitossanidade: Cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Editora UFV, Viçosa, 1-52.

**FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. 2010.** Manejo sustentável de fitonematoides. Viçosa, MG, Ed. UFV, 306 p.

**FERREIRA, D.F. 2008.** SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, v. 6: 36-41.

**FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. 2009.** Introdução a Nematologia. 5 ed. Viçosa - UFV, 92 p.

**GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; LONIEN, G.; PEREIRA, J. E. 2005.** Avaliação de perdas causadas pelo nematoide de cisto através da comparação de rendimentos entre cultivares resistentes e suscetíveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, Piracicaba, ESALQ/USP. 109 p.

**GAO, X.; ZHANG, S.; ZHAO, X.; WU, Q. 2018.** Potassium-induced plant resistance against soybean cyst nematode via root exudation of phenolic acids and plant pathogen-related genes. PLoS ONE 13(7): e0200903. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200903>

**GOULART, A.M.C. 2008.** Aspectos gerais sobre nematóides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*). Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, (Série Documentos da Embrapa).

**HALLMANN, J.; QUADT-HALLMANN, A.; MILLER, W.; SIKORA, R.; LINDOW, S. 2001.** Endophytic colonization of plants by the biocontrol agent *Rhizobium etli* G12 in relation to *Meloidogyne incognita* infection. Phytopathology. V. 91: 415–422. doi: 10.1094/PHYTO.2001.91.4.415.

**HU, Y.; YOU, J.; LI, C.; PAN, F.; WANG, C. 2019.** The *Heterodera glycines* effector Hg16B09 is required for nematode parasitism and suppresses plant defense response. Plant Science. 289. 110271. 10.1016/j.plantsci.2019.110271.

**HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. 2001.** Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 48p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35; Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).

**JATALA, P. 1986.** Biological control of plant-parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, v. 24: 453-489.

**KERRY, B.R. 2001.** Exploitation of nematophagous fungal *Verticillium chlamydosporium* Goddard for the biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne spp.*). In: BUTT, T.M.; JACKSON, C. & MAGAN, N. (Ed). Fungi as biocontrol agents: Progress, problems and potential. Wallingford: CAB International, 380 p.

**LILLEY, C. J.; ATKINSON, H. J.; URWING, P. E. 2005.** Molecular aspects of cyst nematodes. **Molecular Plant Pathology**, Reading, v. 6: 577-588.

**LINFORD, M.B., Y. FRANCIS & J.M. OLIVEIRA. 1938.** Reduction of soil populations of the root-knot nematode during decomposition of organic matter. Soil Science, v. 45: 127-141.

**LIU, K.; GARRETT, C.; FADAMIRO, H.; KLOEPPER, J.W.; 2016.** Induction of systemic resistance in Chinese cabbage against black rot by plant growth-promoting rhizobacteria. Biological Control. 99: 8–13.

**LIU, D.; CHEN, L.; ZHU, X.; WANG, Y.; XUAN, Y.; LIU, X.; CHEN, L.; DUAN, Y. 2018.** *Klebsiella pneumoniae* SnebYK mediates resistance against *Heterodera glycines* and promotes soybean growth. Front. Microbiol. 9:1134. doi: 10.3389/fmicb.2018.01134. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29910782>

**LOUREIRO, E.S.; MOINO JR., A.; ARNOSTI, A.; SOUZA, G.C. 2002.** Efeito de produtos fitossanitários químicos utilizados em alface e crisântemo sobre fungos entomopatogênicos. Neotropical Entomology, Londrina, v.31: 263-269.

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

**MENDES, M. L.; DICKSON, D. W. 1993.** Detection of *Heterodera glycines* on soybean in Brazil. Plant Disease, v. 77: 499-500.

**MITCHUM, M. G. 2016.** Soybean resistance to the soybean cyst nematode *Heterodera glycines*: an update. *Phytopathology*, v. 106: 1.444-1.450.

**MOORE, W. F.; BOST, S. C.; BREWER, F. L.; DUN, R. A.; ENDO, B. Y.; GRAU, C. R.; HARDMAN, L. L.; JACOBSEN, B. J.; LEFFEL, R.; NEWMAN, M. A.; NYVALL, R. F.; OVERSTREET, C.; PARKS, C. L. 1984.** Soybean cyst nematode. Washington: Soybean Industry Resource Committee, 23 p.

**NOEL, G.R.; MENDES, M.L.; MACHADO, C.C. 1994.** Distribution of *Heterodera glycines* races in Brazil. *Nematrópica*, [s.l.], v. 24, p. 63-68.

**NUNES, H.T. 2008.** Agentes microbianos no controle de nematoides e fungos fitopatogênicos de soja e sua compatibilidade com agroquímicos. Tese de Doutorado. UNESP, Jaboticabal, 75p.

**PELUZIO, J. M.; FIDELIS, R. R.; BARROS, H. B.; CAPELLARI, D. 2008.** Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em Gurupi, TO. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 55: 34-40.

**RECH, F. S.; BALBI-PEÑA, M.I.; SANTIAGO, D. C.; ARIEIRA, G.O.; LIMA, G.R.; 2018.** Filtrados de fungos sapróbios sobre a eclosão, mobilidade e mortalidade de *Heterodera glycines* e *Meloidogyne incognita*. In: 35º Congresso Brasileiro de Nematologia, 2018, Bento Gonçalves, RS. *Anais do 35º CBN*, 2018. v. 35.

**RIBEIRO, N. R., DIAS, W. P., SANTOS, J. M. 2010.** Distribuição de nematoides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. In: *Boletim de Pesquisa Soja 2010*, Fundação Mato Grosso, 289-296.

**SANTIAGO, D. C.; HOMECHIN, M.; SILVA, J. F. V.; RIBEIRO, E. R.; GOMES, B. C.; SANTORO, P. H. 2006.** Seleção de isolados de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson para controle de *Meloidogyne paraenses* em tomateiro. *Ciência Rural*, 36 (4), 1055-1064

**SANTOS, J.M., P.L.M SOARES & F.F BARBOSA. 2013.** Curso de Atualização em Nematologia. S.l: S/ed, 143p.

**SANTOS, L.C. 2013.** Potencial de produtos de origem natural no manejo de nematoides na cultura da soja. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

**SIDDIQUI, I.A. & S.S. SHAUKAT. 2002.** Mixtures of plant disease suppressive bacteria enhance biological control of multiple tomato pathogens. *Biology and Fertility of Soils*, v. 36: 260-268.

**SIDDIQUI, I.A. & S.S. SHAUKAT. 2003.** Combination of *Pseudomonas aeruginosa* and *Pochonia chlamydosporia* for control of root-knot infecting fungi in tomato. *Journal of Phytopathology*, v. 151: 215-222.

**SIDDIQUI I.A. & S.S. SHAUKAT. 2003.** Endophytic bacteria: prospects and opportunities for the biological control of plant-parasitic nematodes. *Nematologia Mediterranea*, v. 31: 111–120.

**SILVA, R.V.; CARVALHO, S.L.; FURTADO, J. P. M.; LIMA e SILVA, B.V. 2016.** Desafios do manejo de nematoides em hortaliças tuberosas. *Revista Campo e Negócios Hortifrutí*. Uberlândia, MG.

**SITARAMAIIH, K. & R.S. SINGH. 1978.** Effects of organic amendment on phenolic content of soil and plant response of *Meloidogyne javanica* and its host to related compounds. *Plant and Soil*, v. 50: 671-679.

**SOARES, P.L.M. 2006.** Estudo do controle biológico de nematoides com fungos nematófagos. Tese de Doutorado. UNESP, Jaboticabal. 217p.

**STIRLING, G.R. 1991.** Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, problems and prospects. Wallingford: CAB International. 282p.

**SUN, H.; DUAN, Y.; JIAO, S.; CHEN, L.; WANG, Y. 2009.** Filtration and identification of plant growth promoting rhizobacteria on resistance of soybean cyst nematode [J]. *Soybean Science*, v. 28: 507–510.

**TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2013.** Fisiologia Vegetal. 5ª ed. Artmed. São Paulo, 954 p.

**TEREFE, M.; TEFERA, T.; SAKHUJA, P. 2009.** Effect of a formulation of *Bacillus firmus* on root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infestation and the growth of tomato plants in the greenhouse and nursery. Journal of invertebrate pathology, v. 100: 94–99. doi: 10.1016/j.jip.2008.11.004.

**TIHOHOD, D. 2000.** Nematologia agrícola aplicada. 2. ed. Jaboticabal: Funep,.

**TMG, 2019.** Cultivares. Disponível em: <<http://www.tmg.agr.br/cultivar/tmg-7067-ipro>>.

**VICENTE, C.B.; SANTOS, M.A. 2014.** Ocorrência de *Pasteuria nishizawae* em áreas de soja e controle de *Heterodera glycines* em casa de vegetação. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Agrárias Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 80 p.

**ZHAO, Y.; DUAN, Y.; WANG, Y.; CHEN, L.; YIN, L. 2009.** Stress resistance and biocontrol potential of soybean rhizobia resources isolated from Liaoning Province. Soybean Sci, v. 28: 114–117.

**ZHAO, J.; LIU, D.; WANG, Y.; ZHU, X.; CHEN, L.; DUAN, Y. 2019.** Evaluation of *Bacillus aryabhatai* Sneb517 for control of *Heterodera glycines* in soybean, Biological Control, 10.1016/j.biocontrol.2019.104147, (104147). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31282045>

**ZHOU, Y.; WANG, Y.; ZHU, X.; LIU, R.; XIANG, P.; CHEN, J.; LIU, X.; DUAN Y.; CHEN L. 2018.** Correction: Management of the soybean cyst nematode *Heterodera glycines* with combinations of different rhizobacterial strains on soybean. PLOS ONE 13(3): e0194287. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194287>

**XIANG, P.; CHEN, L.; ZHU, X.; WANG, Y.; DUAN, Y. 2013.** Screening and identification of bacterium to induce resistance of soybean against *Heterodera glycines*. Chinese Journal of Biological Control, v. 29: 661–666.

**XIANG, N.; LAWRENCE, K.S.; KLOEPPER, J.W.; DONALD, P.A.; MCINROY, J.A.**  
**2017.** Biological control of *Heterodera glycines* by spore-forming plant growth-promoting  
rhizobacteria (PGPR) on soybean. PLoS ONE 12(7): e0181201.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181201>.