

**Interação de nematicidas e cultivares de soja suscetíveis a
nematóides no controle de *Heterodera glycines* e
*Pratylenchus brachyurus***

Liéli Augusta da Silva
Eng. Agrônoma

Liéli Augusta da Silva

**Interação de nematicidas e cultivares de soja suscetíveis a nematóides no controle de
Heterodera glycines e *Pratylenchus brachyurus***

Orientador: Prof. Gleina Costa Silva Alves

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como Parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas Para obtenção do título de MESTRE.

Urutaí – GO

2023

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

S586i Silva, Lieli Augusta da
Interação de nematicidas e cultivares de soja suscetíveis a
nematóides no controle de *Heterodera glycines* e *Pratylenchus*
brachyurus / Lieli Augusta da Silva. Urutaí 2023.

16f. il.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Gleina Costa Silva Alves.
Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de
0133054 - Mestrado Profissional em Proteção de Plantas - Urutaí
(Campus Urutaí).

I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

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

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- ☐ Tese (doutorado)
☒ Dissertação (mestrado)
☐ Monografia (especialização)
☐ TCC (graduação)

- ☐ Artigo científico
☐ Capítulo de livro
☐ Livro
☐ Trabalho apresentado em evento

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Liéli Augusta da Silva

Matrícula:

2021101330540127

Título do trabalho:

Interação de nematocidas e cultivares de soja suscetíveis a nematóides no controle de
Heterodera glycines e *Pratylenchus brachyur*

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☐ Não

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

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

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

Vinhedo

Local

17 / 11 / 2025

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



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

Ata nº 108/2023 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos trinta dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e três, às dezessete horas e trinta minutos, reuniram-se por videoconferência os componentes da banca examinadora, para procederem à avaliação da defesa de dissertação em nível de mestrado, de autoria de **Liéli Augusta da Silva**, discente do **Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí**, com trabalho intitulado "**Interação de nematicidas e cultivares de soja no controle de *Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus***". A sessão foi aberta pela presidente da banca examinadora, **Profª. Drª. Gleina Costa Silva Alves**, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da dissertação para, em 30 minutos, proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu ao examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, a dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, na área de concentração em **Fitossanidade**, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á mediante ao depósito da dissertação definitiva no Repositório Institucional do IF Goiano, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da banca examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
Profª. Drª. Gleina Costa Silva Alves	IF Goiano	Presidente
Prof. Dr. Lincon Rafael da Silva	IF Goiano	Membro externo
Profª. Drª. Marianne Gonçalves Barbosa	UFC	Membra externa

Documento assinado eletronicamente por:

- **Gleina Costa Silva Alves**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 01/11/2023 13:18:48.
- **Lincon Rafael da Silva**, **PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO**, em 01/11/2023 14:08:41.
- **Marianne Gonçalves Barbosa**, **Marianne Gonçalves Barbosa - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí (10651417000259)**, em 20/11/2023 21:17:43.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/11/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 543920

Código de Autenticação: fc0304b362



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, à minha família e a todos os meu colegas de profissão que se empenharam juntamente comigo nesta caminhada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por conceder a graça de participar e vencer mais esta etapa da minha vida.

Agradeço à minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida e por todo o esforço investido na minha educação

Agradeço à minha orientadora Gleina Costa Silva Alves por todo suporte no decorrer do curso. Agradeço ao meu gestor, por sempre me apoiar em todos os momentos os quais se fizeram necessários durante a realização do mestrado.

Agradeço à toda equipe de campo, pela dedicação em ajudar na condução do ensaio.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	4
RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
CONCLUSÕES.....	11
REFERÊNCIAS	12
APÊNDICES	15
ANEXOS.....	16

RESUMO

Os fitonematoides *Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus* causam severos danos a cultura da soja acarretando elevados prejuízos econômicos anualmente. Desta forma, métodos de controle têm sido estudado a fim de encontrar soluções que se integrem ao manejo de nematoides. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a interação entre nematicidas químicos e biológicos com variedades de soja suscetíveis aos nematoides, *H. glycines* e *P. brachyurus* na cultura da soja. O ensaio foi conduzido no município de Uberlândia - MG, na safra 2021/22 em condições de campo naturalmente infestado com população mista. Foi utilizado esquema fatorial em delineamento de blocos casualizados. No qual o fator A foram as cultivares suscetíveis e o fator B os nematicidas, totalizando 8 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: T1- CZ77I79RSF IPRO (sem nematicida); T2- CZ77I79RSF IPRO + Fluopiram (500 ml via sulco); T3- CZ77I79RSF IPRO + *Bacillus firmus* I-1582 (70 ml/60.000sementes); T4 - CZ77I79RSF IPRO + *Bacillus firmus* I-1582 (70 ml/60.000sementes) + Fluopiram (500 ml via sulco); T5- CZ37B51IPRO (sem nematicida) + check; T6 CZ37B51IPRO + Fluopiram (500 ml via sulco); T7- CZ37B51IPRO + *Bacillus firmus* I-1582 (70 ml/60.000sementes); T8 - CZ37B51IPRO + *Bacillus firmus* I-1582 (70 ml/60.000sementes) + Fluopiram (500 ml via sulco). Os dados foram submetidos à verificação de teste de normalidade de Shapiro Wilk. Verificado isto, foi identificado se havia diferença significativa, e procedeu-se a comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os testes de contagem de *H. glycines* e *P. brachyurus* não apresentaram dados normais mesmo depois de transformados. Os dados de massa fresca de raiz aos 60 e 90 DAS e produtividade, pela ANOVA foi possível concluir que havia diferença significativa para o fator A. E pelo teste de Tuckey a 5% de significância a cultivar CZ77I79RSF IPRO apresentou um aumento de massa de raiz e incremento de produtividade quando comparada com a cultivar CZ37B51IPRO.

Palavras-chaves: Manejo de nematoides, *Bacillus firmus*, Fluopiram, *Glycine max*

ABSTRACT

The phytonematodes *Heterodera glycines* and *Pratylenchus brachyurus* cause severe damage to the soybean crop, causing high economic losses annually. In this way, control methods have been studied in order to find solutions that integrate into the management of nematodes. Therefore, the present work aimed to evaluate the interaction between chemical and biological nematicides with soybean varieties susceptible to nematodes, *H. glycines* and *P. brachyurus* in the soybean crop. The trial was conducted in Uberlândia - MG state, in the 2021/22 season under naturally infested field conditions with a mixed population. A factorial scheme was used in a randomized block design. In which factor A were the susceptible cultivars and factor B the nematicides, totaling 8 treatments and four replications. The treatments were: T1- CZ77I79RSF IPRO (without nematicide); T2- CZ77I79RSF IPRO + Fluopyram (500 ml in furrow); T3- CZ77I79RSF IPRO + Bacillus firmus I-1582 (70 ml/60.000 seeds); T4 - CZ77I79RSF IPRO + Bacillus firmus I-1582 (70 ml/60.000 seeds) + Fluopyram (500 ml in furrow); T5- CZ37B51IPRO (without nematicide) + check; T6 CZ37B51IPRO + Fluopyram (500 ml in furrow); T7-CZ37B51IPRO + Bacillus firmus I-1582 (70ml/60.000seeds); T8 - CZ37B51IPRO + Bacillus firmus I-1582 (70 ml/60.000 seeds) + Fluopyram (500 ml in furrow). The data were submitted to Shapiro Wilk's normality test. Once this was verified, it was identified whether there was a significant difference, and the means were compared using Tukey's test at 5% probability. The *H. glycines* and *P. brachyurus* count tests did not show normal data even after being transformed. The root fresh mass data at 60 and 90 DAS and productivity, by ANOVA it was possible to conclude that there was a significant difference for the factor A, and increase in yield when compared with the cultivar CZ37B51IPRO. And by Tukey's test at 5% significance, the CZ77I79RSF IPRO cultivar showed an increase in root mass and yield increase when compared to the CZ37B51IPRO cultivar.

Keywords: Nematodes management, *Bacillus firmus*, Fluopyram, *Glycine max*

INTRODUÇÃO

A soja *Glycine max* (L.) Merrill é atualmente a leguminosa mais importante a nível mundial para produção de grãos, sendo cultivada em quase todas as regiões do planeta (CUNHA et al., 2015). O Brasil é responsável por aproximadamente 40% da produção total de grãos, ocupando uma área de 43,3 milhões de hectares, a produtividade da soja é de 3.528 kg/ha e uma produção de 152,9 milhões de toneladas na safra 22/23 (CONAB, 2023).

As perdas mundiais devido a fitonematoides chegam a 10% para leguminosas (YAGCI et al., 2021). No Brasil, os prejuízos somam 35 bilhões por ano, sendo 16 bilhões somente na cultura da soja (ADAMA, 2021). Mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas ao cultivo da soja em todo o mundo (SOARES et al., 2017). Todavia, no Brasil as espécies mais frequentes e que ocasionam maiores danos são *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines*. As perdas de produtividade ocasionadas variam de acordo com o nível populacional presente na área, fertilidade, textura do solo e suscetibilidade da cultivar, podendo chegar próximo a 100% em alguns casos (SILVA et al., 2018).

De acordo com MAINARDI (2015), *H. glycines* é considerado o segundo nematoide de importância comercial em lavouras de soja a nível mundial, ficando atrás apenas do nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.). No Brasil foi detectado pela primeira vez na safra 1991/92 (LIMA et al., 1992; LORDELLO et al., 1992; MONTEIRO & MORAIS, 1992), tornando se a partir de então uma preocupação para os sojicultores brasileiros. É também conhecido como nematoide de cisto da soja NCS, devido a estrutura de resistência assumida pela fêmea no final de seu ciclo.

O *H. glycines* é um nematoide semi-endosentários, onde a fase infectiva são os juvenis de segundo estágio. Estes entram na raiz, estabelecem um sítio de alimentação, sofrem ecdises e as fêmeas ficam presas as raízes. Já os machos saem da raiz e vão para o solo, estes não se alimentam. O corpo da fêmea avoluma-se, e sua parte posterior projeta-se para fora da raiz, sendo então fecundada pelo macho adulto que saiu das raízes, iniciando a produção dos ovos (PINHEIRO, 2011). A forma de reprodução predominante é a anfimixia, sendo os machos sexualmente funcionais (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011), o que explica a grande quantidade de raças.

Sintomas ocasionados por *H. glycines* podem ser vistos como, redução do porte da planta e clorose na parte aérea (“nanismo amarelo da soja”). Resultantes da dificuldade de

absorção de água e sais minerais da solução do solo, devido a penetração de juvenis de segundo estágio (J2) e estabelecimento do nematoide no sistema radicular. Em alguns casos onde ocorre fertilidade do solo elevada e boa distribuição de chuva, os sintomas na parte aérea podem não se manifestar, ocasionando mesmo assim redução na produtividade forma de oculta (GUARNIERI, 2018).

O nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) têm se destacado como uma das espécies mais frequentes em áreas de produção de soja e algodão do cerrado brasileiro (ABREU & AGNES, 2015). Nematoides pertencentes a este grupo são classificados como endoparasita migrador, onde juvenis e adultos podem invadir a raiz e migrar constantemente de dentro para fora do sistema radicular (ROSA JUNIOR, 2010).

Os sintomas na planta podem ser vistos como podridões e necroses do sistema radicular, redução de radículas e perda da raiz pivotante, clorose, murcha em períodos de estresse hídrico, abortamento de vagens e redução na produtividade (ROSA JUNIOR, 2010).

Diante deste cenário, estratégias de manejo para os fitonematoides se fazem necessárias, para que os agricultores possam ter sucesso na condução da cultura em locais com altas infestações desses fitoparasitas. Como estratégias, destacam-se a rotação com culturas não hospedeiras e plantas antagonicas, manejo do solo, cultivares resistentes e/ou com baixo fator de reprodução e a utilização de produtos químicos e biológicos (FERRAZ & BROWN, 2016).

A utilização de nematicidas químicos e de agentes de biocontrole tem sido bastante empregada com o objetivo de reduzir níveis populacionais de nematoides e minimizar as perdas de produtividade ocasionadas por estes parasitas. Posicionados via tratamento de sementes, se torna uma prática economicamente viável para o produtor.

Os nematicidas químicos podem ser aplicados em tratamento de sementes ou no sulco de plantio, atuam aumentando o vigor das plantas e auxiliando no desenvolvimento de raízes secundárias. Confere à planta maior tolerância ao ataque do patógeno e sanidade tanto do sistema radicular quanto da parte aérea (PUTTER et al., 1981; STARR, et al., 2007). Alguns produtos, atuam ainda diretamente sobre os nematoides, interrompendo sua movimentação e, consequentemente, causando sua morte por inanição, já que estes não conseguem penetrar as raízes para dar início ao processo de alimentação (HUANG & RHODE, 1973).

Alguns estudos apontam os princípios ativos fluopyram, fluensulfone e fluazaindolizine como promissores nematicidas, com modos de ação distintos dos já conhecidos organofosforados e carbamatos. As novas moléculas são mais específicas aos nematoides parasitas de plantas (MORRIS et al., 2016; FASKE et al., 2015; LAHM et al., 2017).

O fluopyram, N- [2- [3-cloro-5- (trifluorometil) -2-piridinil] etil] -2- (trifluorometil) benzamida, é um fungicida/nematicida que pertence ao grupo químico piridiletilamida desenvolvido e registrado pela Bayer Crop Science (LABOURDETTE, 2011; CHAWLA, 2018; KANDEL, 2018).

O fluopyram possui ação sistêmica, movendo-se da semente para o cotilédono e primeiras folhas verdadeiras da planta da soja. Fluopyram atua como inibidor da succinato desidrogenase, cujos efeitos vêm sendo avaliados quanto à sua ação em tratamento de sementes e aplicação no sulco de plantio em culturas anuais. Para manejo de doenças causadas por fungos e por nematoides. Esse composto transloca na planta através do xilema, e pode inibir a cadeia de transporte de elétrons e, consequentemente, a geração de energia de microrganismos como fungos e nematoides (HAYDOCK et al., 2011]

As bactérias do gênero *Bacillus* não são consideradas parasitas de nematoides, o seu modo de ação consiste em antibiose (SOLIMAN et al., 2019), através da síntese de um biofilme de metabólitos ativos nas raízes, formando uma barreira físico-química (HANSHEM et al., 2019). Essas bactérias atuam competindo por sítio de penetração, alteração da rizosfera, promoção de crescimento e indução da resistência.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho da interação de nematicidas com cultivares de soja suscetíveis a nematoides no controle de *Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus*, em condições de campo naturalmente infestado com população mista.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Floresta do Lobo, no município de Uberlândia - MG, durante a safra 2021/22, em campo naturalmente infestado com população mista de *H. glycines* e *P. brachyurus*. As áreas foram selecionadas em função da presença de *H. glycines*, confirmada pela extensa reboleira de plantas com nanismo amarelo e pela observação de fêmeas do nematoide no sistema radicular conforme (Fig. 1). E posterior extração e quantificação dos nematoides.



Figura1. Imagem das reboleiras de nematoides da área do experimento.

O experimento foi em esquema fatorial 2 x 4 com dois fatores, 2 níveis no fator A (cultivares de soja) e 4 níveis no fator B (nematicidas), totalizando 8 tratamentos com 4 repetições. As recomendações e dosagens empregadas foram as informadas pelo fabricante, conforme consta na Tabela 1.

Tabela 1. Cultivares de soja suscetíveis (Fator A) a *H. glycines*, nematicidas químicos e biológicos (Fator B), empregados no experimento no município de Uberlândia - MG.

Tratamentos	Cultivares - Fator A	Nematicidas (I.A). - Fator B	Dose (P.C)	Aplicação
T1-A1B1	CZ77I79RSF IPRO	Testemunha	-	-
T2-A1B2	CZ77I79RSF IPRO	Fluopiram	500 ml	Via Sulco
T3-A1B3	CZ77I79RSF IPRO	<i>Bacillus firmus</i> I-1582	70 mL/60.000sementes	Tratamento sementes
T4-A1B4	CZ77I79RSF IPRO	<i>Bacillus firmus</i> I-1582 + Fluopiram	70 mL/60.000sementes + 500 ml	Tratamento sementes + Via sulco
T5-A2B1	CZ37B51IPRO	Testemunha	-	-
T6-A2B2	CZ37B51IPRO	Fluopiram	500 ml	Via Sulco
T7-A2B3	CZ37B51IPRO	<i>Bacillus firmus</i> I-1582	70 mL/60.000sementes	Tratamento sementes
T8-A2B4	CZ37B51IPRO	<i>Bacillus firmus</i> I-1582 + Fluopiram	70 mL/60.000sementes + 500 ml	Tratamento sementes + Via sulco

As parcelas eram compostas por cinco metros de comprimento por dois metros de largura, com quatro linhas de plantio, espaçadas 0,5 metros entre si, perfazendo 10 m². A semeadura foi realizada com uma plantadeira de parcelas em utilizando a cultivar CZ77I79RSF IPRO que apresenta resistência as raças 3 e resistência moderada as raças 9, 10, 14 e 14 e a cultivar CZ37B51IPRO que apresenta resistência as raças 3, 6 e 14 e resistência moderada as raças 9 e 10 do nematoide *H. glycines*. Os nematicidas foram aplicados via tratamento de sementes e sulco de plantio, conforme descrito na Tabela 1.

Foi realizado uma amostragem inicial em todas as parcelas experimentais a qual foi constatado os nematoides das espécies *H. glycines* e *P. brachyurus*, como predominante na área. As demais avaliações foram feitas aos 60 e 90 dias após semeadura (DAS) e a produtividade foi avaliada ao final do ciclo da cultura. Para *H. glycines* foi analisado a massa fresca de raiz aos 60 DAS (MFR 60DAS) e a quantidade de cisto por grama de raiz. As variáveis avaliadas para *P. brachyurus* foram: MFR 90DAS e número de *P. brachyurus* por 10g de raiz.

A extração de *P. brachyurus* nas raízes foi feito seguindo o protocolo de extração COOLEN & D'HERDE (1972).

Para extração das fêmeas de *H. glycines* lavou se as raízes de soja em água corrente submetendo as mesmas em um conjunto de peneiras de 20 e 60 mesh, de acordo com TIHOHOD (1993). Após o processo de lavagem o material retido na peneira de 20 mesh foi descartado e o material separado na peneira de 60 mesh posteriormente foi coletado e filtrado em papel filtro sobre uma calha telada (ANDRADE et al., 1995). Por fim o material filtrado foi levado a microscópio estetoscópio (aumento de 15 x) para quantificação de *H. glycines*.

Os nematoides do solo foram extraídos com base na metodologia proposta por JENKINS (1964). Os cistos seguem para quantificação seguindo a mesma metodologia de contagem de fêmeas.

Na avaliação da produtividade, plantas de soja foram colhidas manualmente em cinco metros nas duas linhas centrais de cada parcela, perfazendo 10 metros linear. Posteriormente, as plantas foram submetidas a trilhagem mecânica. Foi aferido a umidade e o peso dos grãos por parcela. Para estimar a produtividade por hectare, a umidade foi corrigida para 13% através dos cálculos de desconto $((100 - \text{Umidade atual}) / (100 - 13))$, massa com desconto $((\text{massa}(\text{massa} \times \text{desconto}))$ e produtividade $((\text{massa com desconto} \times 20000) / 10)$.

Ao fim da execução do experimento os dados de massa fresca de raiz, contagem de nematoides e produtividade foram submetidos análise de normalidade pelo teste de Shapiro – Wilk. Os dados de quantificação de nematoides não apresentaram normalidade e foram

transformados. Para os dados de *H. glycines* usou-se a transformação por raiz quadrada (dado analisado = Raiz (dados observado + 1), já para os dados de *P. brachyurus* usou-se a transformação logarítmica (dado analisado = Log (dados observado + 1) e mesmo depois da transformação os dados não apresentaram normalidade. Assim trabalhou-se com os dados de massa fresca de raiz aos 60 e 90 DAS e produtividade.

Análise de variância (ANOVA) mostrou que havia diferença significativa entre a cultivares testadas para massa fresca de raiz aos 60 e 90 DAS e produtividade e elas foram submetidas aos teste Tuckey a 5% de significância. As análises foram realizadas no software R versão 3.5.2 (R CORE TEAM, 2019). Para os dados que não apresentaram normalidade foi feita uma análise através do percentual de controle em relação a testemunha, foi obtido a partir do cálculo $(\text{Tratamento/Testemunha} \times 100) - 100$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados de massa fresca de raiz aos 60 e 90 DAS e produtividade observou-se normalidade dos resíduos ($p\text{-valor} \geq 0.05$). Pela análise de variância (ANOVA) Tabela 2, não houve interação significativa entre o fator A e o fator B a 5% de probabilidade, assim o fator A irá atuar de forma independente do fator B para os dados de massa fresca de raiz aos 60 e 90 DAS e produtividade.

Tabela 2. Dados sumarizados dos quadrados médios e coeficientes de variação a que foram submetidos os dados de massa fresca de raiz aos 60 DAS (MFR 60DAS), de massa fresca de raiz aos 90 DAS (MFR 90DAS) e produtividade.

FV	GL	QM		
		MFR 60DAS	MFR 90DAS	Produtividade
Cultivares (A)	1	0,0240*	0,0120*	0,0471*
Nematicidas (B)	3	0,0063	0,0070	0,0074
Fator A x B	3	0,0083	0,0043	0,0019
Tratamento	7	0,0097	0,0066	0,0107
Resíduos	24	0,0060	0,0038	0,0065
CV (%)		5,86	4,28	9,22

* Significativo pelo teste F a 5%

Analisando os fatores separadamente, observou-se que para o Fator B, através do teste F que não houve diferença significativa a 0,5% de probabilidade. Assim nenhum dos nematicidas diferiram dos demais no aumento de massa fresca de raiz para as duas épocas observadas aos 60 e 90 DAS e no incremento da produtividade.

Tabela 3. Média da massa fresca de raiz de plantas de soja analisadas em duas épocas (60 e 90 DAS) e produtividade testadas com nematicidas.

Nematicidas	MFR 60DAS	MFR 90DAS	Produtividade
Testemunha	23,1	25,5	3,3
Fluopiram	27,2	29,8	3,6
<i>Bacillus firmus</i> I-1582	24,5	26,0	3,5
<i>Bacillus firmus</i> I-1582 + Fluopiram	25,7	28,2	3,4
CV (%)	5,86	4,28	4,45

Apesar das médias dos nematicidas não diferirem estatisticamente para massa fresca de raiz aos 60 e 90 DAS, observou-se que todos os nematicidas contribuíram para aumento da massa de raiz e incremento de produtividade comparado a testemunha. O melhor nematicida foi O Fluopiram com aumento da massa fresca de raiz de 17,7% aos 60DAS e 16,8% aos 90DAS

e um incremento de 9% de produtividade comparado com a testemunha. O tratamento com menor performance comparado com a testemunhas foi o com *Bacillus firmus* I-1582, isto pode ser associado ao tempo de ação dos nematicidas já que o Fluopiram tem um tempo de ação mais prolongado que o *Bacillus firmus* I-1582 protegendo as raízes das plantas por mais tempo e contribuindo para melhor performance de massa fresca e produtividade.

Pelo teste F observou que para o Fator A, houve diferença significativa entre as cultivares a 0,5% de probabilidade. Pelo teste de Tuckey a cultivar CZ77I79RSF IPRO teve um aumento de massa fresca raiz aos 60 e 90 DAS e um incremento de produtividade a 5% de significância quando comparada com a média da cultivar CZ37B51IPRO, assim como apresentado na tabela 4.

Tabela 4. Média da massa fresca de raiz de plantas de soja analisadas em duas épocas (60 e 90 DAS), e produtividade das cultivares testadas.

Cultivar	MFR 60DAS	MFR 90DAS	Produtividade
CZ77I79RSF IPRO	26,8 a	28,63 a	3,63 a
CZ37B51IPRO	23,51 b	26.02 b	3,32 b
CV(%)	2,94	1,48	2,52

Médias comparadas pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

A superior performance da cultivar CZ77I79RSF IPRO para massa fresca de raiz pode estar relacionada às características genéticas que tiveram influência no melhor desenvolvimento do sistema radicular, como profundidade e densidade das raízes. Além disto, apesar das duas cultivares serem adaptadas a região, a cultivar CZ77I79RSF IPRO pode ter tido uma melhor interação com o ambiente afetando também o desenvolvimento das raízes e consequentemente, a produção de massa fresca da raiz.

Vários são os fatores que podem influenciar a produtividade de plantas de soja em áreas infestadas com nematoides, como falta ou excesso de chuva, fertilidade do solo, densidade populacional, entre outros, segundo ZAVALA-GONZALEZ et al. (2015) e MONTEIRO (2017). A massa fresca de raiz é um importante indicador da saúde das plantas, uma maior massa fresca de raiz pode indicar uma maior absorção de nutrientes e água, o que leva a uma maior produtividade como foi observado neste ensaio.

Quando analisamos a normalidade dos dados, o teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados de quantificação de nematoides não apresentaram normalidade e com isto foi feita a transformação dos dados. Para os dados de *H. glycines* usou-se a transformação por raiz quadrada (dado analisado = Raiz (dados observado + 1), já para os dados de *P. Brachyurus* a

usou-se a transformação logarítmica (dado analisado = Log (dados observado + 1) e mesmo depois da transformação os dados não apresentaram normalidade, impossibilitando de ser feita uma Análise de Variância confiável para este dois testes.

Analisando a quantificação de *H. glycines* aos 60DAS e *P.brachyurus* aos 90DAS através do percentual de controle em relação a testemunha, todos os nematicidas apresentaram um controle de *H. glycines* por grama raíz superior a testemunha, sendo que o melhor nematicida foi o Fluopiram que apresentou um controle de 6,2% (Tabela 5) e que pode estar associado ao desempenho já observado nos valores médios de produtividade para este tratamento que teve um incremento de produtividade em 9% comparado a testemunha (Tabela 3).

Tabela 5. Número de *H. glycines* por grama raíz 60DAS de *P. brachyurus* por 10 grama de raiz de soja e porcentagem de controle em relação a testemunha, submetidas a tratamentos com nematicidas.

Nematicidas	<i>H. glycines</i> 60DAS	Controle %	<i>P.brachyurus</i> 90 DAS	Controle %
Testemunha	1,27	0	2,80	0
Fluopyram	1,19	+6,3	4,48	-60,0
<i>Bacillus firmus</i> I-1582	1,23	+3,1	3,28	-17,1
<i>Bacillus firmus</i> I-1582 + Fluopyram	1,22	+3,9	4,43	-58,2
CV(%)	7,78	-	83,53	-

Para variável *P. brachyurus* por 10 g de raiz nenhum dos nematicidas expressaram uma taxa de redução no número populacional de *P. brachyurus* em relação a testemunha. A eficácia dos produtos pode variar de acordo com a tecnologia de aplicação utilizada, sendo que isso pode melhorar a deposição e distribuição dos produtos no perfil do sulco de semeadura, porém a resposta pode variar de acordo com as características dos produtos avaliados (mobilidade e persistência no solo) e o nematoide a ser controlado (CORTE et al., 2014).

Analisando as cultivares usadas e sua relação na no controle de *H. glycines* aos 60DAS e *P.brachyurus* aos 90DAS não houve diferença estatística.

Tabela 6. Número de *H. glycines* por grama raiz 60DAS de *P. brachyurus* por 10 grama de raiz de soja e porcentagem de controle em relação a testemunha nas cultivares testada.

Cultivar	<i>H. glycine</i>	<i>P.brachyurus</i>
	60DAS	90 DAS
CZ77I79RSF IPRO	1,3	3,13
CZ37B51IPRO	1,16	4,36
CV(%)	34,46	192,81

Entretanto a cultivar CZ37B51IPRO apresentou um controle de *H. glycines* por grama raiz de 10% superior comparado a cultivar CZ77I79RSF IPRO, isto pode estar relacionado com as raças de nematoides que esta cultivar tem resistência. Enquanto para *P.brachyurus* aos 90 DAS a cultivar CZ77I79RSF IPRO apresentou um controle de 29 % comparado a cultivar CZ37B51IPRO, podemos relacionar este resultado com a massa fresca de raiz superior desta cultivar (Tabela 4), que é afetada diretamente por *P. brachyurus* por este causar redução no número de radículas emitidas pela soja (FERRAZ, 1995).

CONCLUSÕES

Concluimos que a escolha da cultivar ideal, contribuirá para a formação de mais massa fresca de raiz, o que irá favorecer uma maior absorção de nutrientes e água, e isto pode influenciar no incremento de produtividade mesmo em áreas com pressão de nematoides. Este estudo mostrou que o uso da cultivar CZ77I79RSF IPRO teve um aumento da massa fresca de raiz e incremento de produtividade de 5,16 sacas comparada com a cultivar CZ37B51IPRO.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. B. de L.; AGNES, D. C. Nematoides: amostragem, armazenamento e transporte de amostras. Soja — milho, safra 2014/2015, Pesquisa, Tecnologia, Produtividade, Chapadão do Sul--MS, p. 109--110, 2015.
- AMORIM, L; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A. Manual de Fitopatologia. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, v.1, 704 p., 2011.
- ARAUJO, F. F.; BRAGANTE, R. J.; BRAGANTE, C. E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 42, n. 2, p. 220--224, abr./jun. 2012.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira – Grãos. Boletim de Grãos, fevereiro de 2023 – Safra 2022/2023. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 05 mar. 2023.
- CUNHA, D.S; VIANA, J.S; SILVA, W.M; SILVA, J.M. Soja para consumo humano: Breve abordagem. Agrarian Academy: Centro Científico Conhecer, Goiânia-GO, v. 2, n. 3, p. 101-113, ago. de 2015. Disponível em:<<http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2015a/soja%20para%20consumo.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- CONAB — Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento Safra Brasileira de Grãos, v. 65 -- Safra 20187/198, n. 911 -- Décimo Primeiro Levantamento, Brasília, ago. 148p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info--agro/safras>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- COOLEN, W. A., e C. J. D'HERDE. 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent, Belgium. State Nematology and Entomology Research Station, 1972.
- CORTE, G. D.; PINTO, F. F.; STEFANELLO, M. T.; GULART, C.; RAMOS, J. P.; BALARDIN, R. S. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos no controle de fitonematoides em soja. Ciência Rural, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1534—1540, 2014.
- COSTA, B. A. Biocontrole de nematoides com fungos. 2015. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Entomologia Agrícola) — Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

DA COSTA, M. A.; DOS DANTOS, J. M. Biocontrole de nematoides com fungos. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista — UNESP, Campus de Jaboticabal, 2015.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. Nematologia de plantas: fundamentos e importância. Manaus: normas editora, p. 287 — 293, 2016.

FERRAZ, L. C. C. B. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* a três cultivares de soja. Nematologia Brasileira, 19: 1-8, 1995.

FERREIRA, R. J.; SOARES, P. L. M.; DE CARVALHO, R. B.; DOS SANTOS, J. M.; BATISTA, E. S. P.; BARBOSA, J. C. Espécies de *Bacillus* no controle dos nematoides das galhas e no desenvolvimento de cana-de-açúcar. Nematropica 47:106--113, Vol. 47, No. 2, P. 107, 2017.

GUARNIERI, C. C. O. Eficácia de tiodicarbe, cadusafós e condicionador de solo via tratamentos de sementes e/ou sulco de plantio no controle de nematoides na cultura da soja. Dissertação (mestrado) -- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias Veterinárias, p. 73, 2018.

HIRAKURI, M.H; LAZZAROTTO, J.J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. EMBRAPA/CNPSo, Londrina-PR, 1º ed., n. 349, p. 1-70, jun. de 2014. (EMBRAPA/CNPSo, Documentos 349). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104753/1/O-agronegocio-dasoja-noscontextos-mundial-e-brasileiro.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. Plant Disease Reporter, Saint Paul, v. 48, n. 9, p. 692--695, 1964.

JUNIOR, E. U. R.; FALEIRO, V. O.; PEZZINI, A. L.; PRANDO, W. L. M.; KONZEN, L. M.; DA LUZ, K. W.; DA SILVA, T. A. A.; MORO, F. S. Nematicidas químicos e biológicos no controle do nematoide das lesões radiculares e seu efeito na produtividade da soja em plantio direto. Anais do 16º Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha, Agosto, 2018.

LIMA, R. D.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Ocorrência de *Heterodera* sp., em soja no Triângulo Mineiro. Nematologia Brasileira, 16 (1/2), 101--102, 1992.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A.; QUAGGIO, J. A. Ocorrência do nematoide de cistos da soja (*Heterodera glycines*) no Brasil. Revista de Agricultura, 67 (3), 223--225, 1992.

MAINARDI, J. T.; ASMUS, G.L. Danos e potencial reprodutivo de *Pratylenchus brachyurus* em cinco espécies vegetais. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia--MS, v. 2, n. 4, p. 38--47, out./dez. 2015.

MONTEIRO, T. S. A.; DE FREITAS, L. G. Ação combinada de *Pochonia chlamydosporia* e outros microrganismos no controle do nematoide de galhas e no desenvolvimento vegetal. Tese (Doctor Scientiae), Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós--Graduação em Fitopatologia, Viçosa — MG, 2017.

R CORE TEAM. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [http://www,R--project,org/](http://www.R-project.org/). Acesso em: março de 2019.

PAULA, S.R.; FAVARET FILHO. P.F. Panorama do complexo da soja. BNDES Setorial, Rio de Janeiro-RJ, n. 8, p. 119-152, set. de 1998. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2403/3/BS%2008%20Panorama%20do%20complexo%20soja_P_BD.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2023.

PINHEIRO, J. B. Nematoides na cultura da beterraba. EMBRAPA/CNPH, Brasília-DF, 1º ed., n. 85, p. 1-10, jan. de 2011 (EMBRAPA/CNPH, Circular Técnica 85). Disponível em: . Acesso em: 07 out. 2020

ROSA JUNIOR, O. F. Efeito do isolado e combinado de *Pratylenchus brachyurus* e *Fusarium verticillioides* no desenvolvimento de dois híbridos de milho. Dissertação (Mestrado), Uberlândia — MG, 2010.

SILVA, R. A.; NUNES, N. A.; SANTOS, T. F. S.; IWANO, F. K. Efeito da rotação e sucessão de culturas no manejo de nematoides da soja em área arenosa. *Nematropica* 48:198-206, 2018.

TIHOHOD, D. Nematologia agrícola aplicada. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 473 p, 1993.

ZAVALA-GONZALEZ E. A. et al. Some isolates of the nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia* promote root growth and reduce flowering time of tomato. *Annals of Applied Biology*, v. 166, n. 3, p. 472-483, 2015.

APÊNDICES
(opcional)

ANEXOS (opcional)

Tabela7. Dados coletados a campo

				60DAP	90DAP	0DAP		60DAP	60DAP	60DAP	90DAP			
						Cisto/Solo								
Parcela	Tratamento	Nematicida	Cultivar	MFR	MFR	Viáveis	Inviáveis	Cisto/g raiz	Cisto/g raiz (Raiz Quadrada +1)	P. brachyurus/10g raiz	P. brachyurus/10g raiz (Log +1)	Peso	Umidade	Produtividade (Kg/ha)
101	1	1	1	26,90	29,00	0	0	3,05	2,01	0,00	0,00	1,89	11,5	3780
402	1	1	1	16,70	19,00	0	0	0,36	1,17	0,00	0,00	1,56	13,3	3120
503	1	1	1	24,15	26,85	0	0	0,25	1,12	0,00	0,00	1,85	11,9	3700
804	1	1	1	23,43	25,73	1	1	0,43	1,20	3874,09	8,26	1,58	11,7	3160
102	2	2	1	34,83	37,13	0	6	1,48	1,57	0,00	0,00	1,75	12,8	3500
404	2	2	1	23,60	28,13	2	2	0,27	1,13	1463,41	7,29	2,15	12,7	4300
601	2	2	1	37,56	40,06	0	3	0,12	1,06	2786,26	7,93	1,72	11,5	3440
702	2	2	1	23,81	26,11	0	0	0,66	1,29	0,00	0,00	1,82	11,8	3640
103	3	3	1	25,62	28,12	1	1	2,82	1,95	0,00	0,00	1,64	11,5	3280
304	3	3	1	29,57	32,27	0	0	0,36	1,17	623,80	6,44	2,01	11,4	4020
603	3	3	1	22,58	24,68	0	6	0,10	1,05	1047,98	6,96	1,72	12,5	3440
704	3	3	1	40,30	30,53	0	0	0,16	1,08	0,00	0,00	1,75	12,7	3500
104	4	4	1	28,03	32,93	4	1	2,15	1,77	0,00	0,00	1,66	11,5	3320
302	4	4	1	29,98	27,08	0	0	0,24	1,12	528,63	6,27	1,79	11,4	3580
504	4	4	1	24,54	26,84	0	3	0,17	1,08	1160,46	7,06	1,78	12,5	3560
802	4	4	1	27,17	29,87	0	0	0,18	1,09	0,00	0,00	2,13	11,4	4260
201	5	1	2	20,40	22,50	1	4	0,85	1,36	1597,10	7,38	1,6	11,5	3200
403	5	1	2	22,86	25,36	3	1	0,29	1,14	0,00	0,00	1,5	11,6	3000
602	5	1	2	26,90	29,48	0	0	0,17	1,08	0,00	0,00	1,63	13,1	3260
701	5	1	2	25,80	27,90	0	0	0,23	1,11	888,16	6,79	1,51	11,6	3020
202	6	2	2	27,52	30,22	2	1	0,31	1,15	827,53	6,72	1,61	13	3220
401	6	2	2	21,84	23,94	1	2	0,45	1,20	0,00	0,00	1,76	12	3520
503	6	2	2	27,40	29,50	0	0	0,14	1,07	1211,60	7,10	1,96	12,7	3920
803	6	2	2	24,77	26,87	0	0	0,23	1,11	912,41	6,82	1,56	12,9	3120
203	7	3	2	25,35	27,45	0	0	0,42	1,19	590,02	6,38	1,74	12,5	3480
301	7	3	2	22,31	24,81	0	0	0,39	1,18	0,00	0,00	1,78	12,3	3560
604	7	3	2	16,57	19,67	1	4	0,07	1,03	657,66	6,49	1,5	13,7	3000
703	7	3	2	20,47	22,97	0	0	0,59	1,26	0,00	0,00	1,82	11,5	3640
204	8	4	2	29,59	31,89	0	0	0,59	1,26	3056,13	8,03	1,59	11,9	3180
303	8	4	2	23,77	25,87	0	0	0,37	1,17	0,00	0,00	1,59	12,6	3180
501	8	4	2	26,60	28,70	0	2	0,34	1,16	2202,53	7,70	1,77	13	3540
801	8	4	2	18,31	22,41	1	1	0,32	1,15	607,57	6,41	1,55	12	3100