



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

**Influência de novas moléculas químicas na penetração,  
desenvolvimento e reprodução de *Pratylenchus brachyurus* e  
*Meloidogyne javanica* na cultura da soja.**

**Mírian Carvalho Tavares**  
Eng. Agrônoma

URUTAÍ – GOIÁS

2023

**MÍRIAN CARVALHO TAVARES**

**Influência de novas moléculas químicas na penetração, desenvolvimento e reprodução de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* na cultura da soja.**

Orientador: Prof. Dr. Fernando Godinho de Araújo

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

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

Tavares, Mirian  
TT231i      Influência de novas moléculas químicas na  
penetração, desenvolvimento e reprodução de  
Pratylenchus brachyurus e Meloidogyne javanica na  
cultura da soja. / Mirian Tavares; orientador  
Fernando Godinho de Araújo. -- Urutai, 2023.  
31 p.

Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Urutai, 2023.

1. Fitonematoide. 2. Nematicida. 3. nematoide das  
galhas. 4. nematoide das lesões radiculares. I.  
Godinho de Araújo, Fernando, orient. II. Título.

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

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <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: Mirian Carvalho Tavares  
Matrícula: 2021101330540160

Título do Trabalho: Influência de novas moléculas químicas na penetração, desenvolvimento e reprodução de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* na cultura da soja.

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 28/05/23

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 incluídos 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.

Urutaí, 24/05/2023.



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 39/2023 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

### PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

### BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e oito dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e três, às quatorze horas, reuniram-se os componentes da banca examinadora por videoconferência, para procederem à avaliação da defesa de dissertação em nível de mestrado, de autoria de **Mirian Carvalho Tavares**, discente do **Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí**, com trabalho intitulado "**INFLUÊNCIA DE NOVAS MOLÉCULAS QUÍMICAS NA PENETRAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DOS NEMATÓIDES *Pratylenchus brachyurus* E *Meloidogyne javanica* NA CULTURA DA SOJA**". A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, **Prof. Dr. Fernando Godinho de Araújo**, 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:

<b>Nome</b>	<b>Instituição</b>	<b>Situação no Programa</b>
Prof. Dr. Fernando Godinho de Araújo	IF Goiano	Presidente
Profª. Drª. Claudia Regina Dias Arieira	UEM	Membra externa
Drª. Janaina Alves de Almeida Moreira	UFG	Membra externa

Documento assinado eletronicamente por:

- Claudia Regina Dias Arieira, Claudia Regina Dias Arieira - Membro externo - Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí (10651417000259), em 05/05/2023 16:22:15.
- Janaina Alves de Almeida Moreira, Janaina Alves de Almeida Moreira - 203405 - Pesquisador das ciências agrárias - Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí (10651417000259), em 20/04/2023 03:54:49.
- Fernando Godinho de Araujo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/03/2023 19:47:17.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/03/2023. 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: 481413  
Código de Autenticação: dcc595db74



Dedico esse trabalho a minha avó Luzia Elias de Carvalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela saúde e por cada pessoa que esteve ao meu lado ao longo de toda minha vida, em especial minha família que com muito amor, compreensão e fé proporcionaram condições para que meus sonhos fossem realizados. Meu pai, João Donizetti Tavares, batalhou por nossa família; minha mãe, Márcia Marlene de Carvalho, foi à base de toda minha educação, minha irmã Mirley Carvalho Tavares que sempre cuidou de mim.

Agradeço ao Rodolfo David Martins, meu esposo e companheiro, que me apoiou em cada momento mesmo distante, principalmente, por todo respeito, paciência, reciprocidade e amor em nossa relação.

Ao Dr. Fernando Godinho de Araújo, que está sempre pronto para ouvir, tirar dúvidas e ajudar no que for preciso. Obrigada, professor! Não só pelo conhecimento que transmitiu, mas também pelos ensinamentos de vida.

Devo meus sinceros agradecimentos ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí e ao Programa de Pós-Graduação Proteção de Plantas por todo suporte e qualidade no ensino e pela organização do programa.

Aos meus colegas do Laboratório de Manejo Integrado de Nematoides (LABMIN), Amanda Cristina, Claudio Neto, Eduarda Sousa, Larissa Guimaraes, Vitoria Canuto, João Vitor, Lucas Fonseca e Jean Cramenack, por todo carinho, conselhos e a oportunidade de conviver com pessoas muito especiais em um ambiente tão acolhedor.

Aos membros da banca de qualificação e defesa Dra. Glenia Costa Silva Alves, Dra. Janaina Alves de Almeida Moreira e Dra. Cláudia Regina Dias Arieira.

A Fundação Rio Verde, por todo apoio, em especial a Luana Belufi, Larah Herrera e Maira Fontanela.

A Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg) pela concessão da bolsa.



## SUMÁRIO

RESUMO .....	9
ABSTRACT .....	10
INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	27



## RESUMO

Os nematoides *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* causam danos a cultura da soja, acarretando prejuízos econômicos na escala de 27,7 bilhões de reais anualmente. Visando reduzir esses danos, o controle químico apresenta-se como alternativa viável para o manejo de nematoides nesta cultura. Esta pesquisa destinou-se a avaliar novas moléculas químicas, com potencial nematicida, na penetração, desenvolvimento e reprodução dos nematoides *P. brachyurus* e *M. javanica* na cultura da soja. Os ensaios foram conduzidos em condições de casa de vegetação, com quatro tratamentos, três repetições e dez épocas de avaliações para avaliar a penetração e seis repetições para avaliar a reprodução, com as espécies de nematoides mencionadas anteriormente. Os tratamentos utilizados foram: T1- Testemunha (sem nematicida), T2- Abamectina, T3- Fluopyram, T4- Cyclobutrifluram, aplicados em tratamento de semente ou em sulco de plantio, seguindo recomendações dos detentores das patentes. Para avaliar a penetração dos nematoides, as raízes foram coradas com fuccinia ácida e os nematoides foram visualizados no interior do tecido vegetal com auxílio de microscópio óptico. As avaliações de coloração foram realizadas aos 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24 e 30 dias após a inoculação (DAI). Na avaliação de reprodução foi feito a extração dos nematoides das raízes aos 45 e 60 DAI para *M. javanica* e *P. brachyurus*, respectivamente. O ciclo do *M. javanica* nos tratamentos com fluopyram e abamectina sofreram atraso em relação a testemunha e cyclobutrifluram, que apresentou fêmeas no sistema radicular aos 10 DAI. O número de J2, J3, J4 e fêmeas de todos os tratamentos foram menores que as testemunha. A massa fresca de raiz foi influenciada pelos tratamentos, sendo o tratamento com cyclobutrifluran o que reduziu a população de nematoides por grama de raiz. Para o *P. brachyurus*, o número médio de nematoides nos tratamentos que receberam as moléculas químicas foi menor que a testemunha. A partir de 15 DAI, o número de nematoides na testemunha foi maior que nos demais tratamentos. Entre os tratamentos que receberam nematicidas, o número de nematoides entre 18 e 30 DAI foi menor para as moléculas químicas fluopyram e cyclobutrifluram. Na reprodução, o cyclobutrifluram causou maior redução do número de nematoides em 10 g de raiz, quando comparado com os demais tratamentos. Com o desenvolvimento desse projeto permitiu compreender a influência dessas novas moléculas químicas na biologia dos nematoides bem como a proteção que esses conferiram a cultura da soja.

**Palavras-chaves:** Manejo Químico. Nematóide-das-galhas. Nematóide-das-lesões-radiculares.

## ABSTRACT

The nematodes *Pratylenchus brachyurus* and *Meloidogyne javanica* cause damage to the soybean crop, causing economic losses on the scale of 27.7 billion reais annually. To reduce this damage, chemical control is a viable alternative for the management of nematodes in this crop. This research aimed to evaluate new chemical molecules, with nematicidal potential, in the penetration, development and reproduction of the nematodes *P. brachyurus* and *M. javanica* in the soybean crop. The trials were conducted under greenhouse conditions, with four treatments, three replications and ten evaluation times to evaluate penetration and six replications to evaluate reproduction, with the previously mentioned nematode species. The treatments used were: T1- Control (without nematicide), T2- Abamectin, T3- Fluopyram, T4- Cyclobutrifluram, applied in seed treatment or in planting furrows, following recommendations from patent holders. To evaluate the penetration of the nematodes, the roots were stained with acid fucinia and the nematodes were visualized inside the plant tissue with the aid of an optical microscope. Coloring evaluations were performed at 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24 and 30 days after inoculation (DAI). In the reproduction evaluation, root nematodes were extracted at 45 and 60 DAI for *M. javanica* and *P. brachyurus*, respectively. The cycle of *M. javanica* in treatments with fluopyram and abamectin was delayed in relation to the control and cyclobutrifluram, which presented females in the root system at 10 DAI. The number of J2, J3, J4 and females from all treatments were smaller than the control. Root fresh mass was influenced by treatments, with cyclobutrifluram treatment reducing the nematode population per gram of root. For *P. brachyurus*, the average number of nematodes in the treatments that received the chemical molecules was smaller than the control. From 15 DAI, the number of nematodes in the control was higher than in the other treatments. Among treatments that received nematicides, the number of nematodes between 18 and 30 DAI was lower for the chemical molecules fluopyram and cyclobutrifluram. In reproduction, cyclobutrifluram caused a greater reduction in the number of nematodes in 10 g of root, when compared to the other treatments. With the development of this project, it was possible to understand the influence of these new chemical molecules on the biology of nematodes, as well as the protection that they conferred on the soybean crop.

**Keywords:** Chemical Management. Root-knot nematode. Root lesion nematode.

## INTRODUÇÃO

Com a expansão das áreas cultivadas no Brasil, houve aumento dos problemas nematológicos, possivelmente pelo cultivo em solos arenosos, mudanças no sistema de manejo e diagnóstico incorreto de nematoides (MACHADO, 2015). Um levantamento realizado pela Syngenta, em parceria com a consultoria Agroconsult e a Sociedade Brasileira de Nematologia, apontou números preocupantes sobre prejuízos e perdas decorrentes da ação de nematoides e doenças iniciais em lavouras brasileiras. De acordo com o levantamento, já existe uma estimativa de R\$ 65 bilhões em perdas por conta de problemas gerados pelo ataque dos nematoides as plantas, em diversos cultivos. Somente na cultura da soja, o prejuízo já é de R\$ 27,7 bilhões (SYNGENTA, 2020).

Mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas a cultivos 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 e textura do solo e suscetibilidade da cultivar, podendo chegar próximo a 100% em alguns casos (SILVA et al., 2018).

O manejo de nematoides é muito complexo em função da indisponibilidade de variedades resistentes para o agricultor e sendo essa resistência normalmente voltada para poucas espécies do patógeno (FERRAZ; FREITAS, 2016). Vários fatores são necessários na escolha do manejo fitossanitário mais adequado e entre as principais medidas utilizadas para esta finalidade, destacam-se: cultivar resistente; sucessão ou rotação de culturas; alqueive, controle químico e biológico (SOARES et al., 2018).

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, conferindo 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).

Nematicidas fumigantes foram amplamente utilizados durante anos, com destaque para o brometo de metila (ZASADA et al., 2010). Este possui amplo espectro de ação e pode ser usado como fungicida, herbicida e inseticida, porém o seu uso foi limitado devido a sua capacidade em afetar a camada de ozônio (DESAEGER et al., 2017). Nematicidas a base de organofosforados e carbamatos surgiram como alternativa ao uso de nematicidas fumigantes. O modo de ação destes nematicidas baseia-se na inibição da enzima acetilcolinesterase que leva a paralisia dos nematoides (OPPERMAN; CHANG, 1990). Novos nematicidas não fumigantes têm sido desenvolvidos com o intuito de reduzir a população de nematoides sem causar danos aos microrganismos benéficos presentes no solo, ao meio ambiente e seres humanos (OKA et al., 2012; FASKE et al., 2015; LAHM et al., 2017). Alguns estudos apontam os princípios ativos fluopyram, fluensulfone e fluazaindolizine como promissores nematicidas, com modos de ação distintos dos já conhecidos organofosforados e carbamatos, com atividade nematicida irreversível e com maior especificidade aos nematoides parasitas de plantas alvos (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 cotilédone 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, conseqüentemente, a geração de energia de microrganismos como fungos e nematoides (HAYDOCK et al., 2013).

O cyclobutrifluram é um novo nematicida sintético para o tratamento de sementes com ingrediente ativo que está projetado para fornecer amplo-espectro no controle dos nematoides na cultura da soja. O cyclobutrifluram pertence à família dos fungicidas sistêmicos conhecido como inibidor da succinato desidrogenase (ISDH), uma substância ativa usada no controle de doenças causadas por fungos e que tem potencial nematicida (ISHII et al., 2011; VITALE; PANEBIANCO; POLIZZZI, 2016).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a eficiência de novas moléculas químicas nematicidas na penetração, desenvolvimento e reprodução dos nematoides *P. brachyurus* e *M. javanica* na cultura da soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no período de fevereiro a julho de 2022, no município de Urutaí – Go, no IF Goiano, nas dependências do Laboratório de Manejo Integrado de Nematóide (LABMIN), localizado sob as coordenadas geográficas -17°48'39.95" S -48°21'10.23" O, em casa de vegetação.

### Avaliação de penetração e desenvolvimento

O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, empregando 4 tratamentos, 3 repetições e 10 épocas de avaliações para avaliar a penetração com os nematoides *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* avaliando também desenvolvimento (Tabela 1), em esquema fatorial 10 (épocas de avaliações) x 4 (nematicidas químicos).

**Tabela 1.** Tratamentos avaliados no experimento para penetração e desenvolvimento de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica*. Urutai – Go, 2022.

Tratamentos	Nome Comercial	Aplicação*	Dose
Testemunha	-	-	-
T2- Abamectina	Avicta	TS	100 ml p.c./100 kg de sementes
T3-Fluopyram	Verango	SL	300 ml p.c./ha
T4- Cyclobutrifluram	Produto codificado	TS	80 ml p.c./100 kg de sementes

\*TS=Tratamento de sementes; SL=Sulco de Plantio

A unidade experimental foi composta por vasos de poliestireno (940 ml), nos quais foram depositados uma mistura de solo:areia (1:2), previamente autoclavados. Em fevereiro foi implementado o ensaio com *M. javanica* em abril foi implementado o ensaio com *P. brachyurus*, semeando 2 sementes de soja (Cultivar Desafio RR) nos vasos e foi feito o tratamento com os nematicidas. Os nematoides utilizados na inoculação foram multiplicados em casa de vegetação em plantas de soja por 60 dias. Para a extração de *P. brachyurus* e *M. javanica* foi adotado a metodologia de COOLEN & D'HERDE (1972).

Aos sete e catorze dias após a semeadura (DAS) foi realizada avaliação de germinação com presença ou ausência de plantas emergidas e foi realizado avaliação de fitotoxicidade em todos os tratamentos.

Sete dias DAS foi realizado o desbaste, mantendo somente uma plântula por vaso e realizando a inoculação de nematoide, onde foram inoculados 4000 espécimes de *M. javanica* concentrados em uma suspensão calibrada para 4 ml /planta e para *P. brachyurus* foi inoculado 900 espécimes concentrados em uma suspensão calibrada para 2 ml/planta. A inoculação foi realizada em círculo ao redor da planta, a uma profundidade de 1 cm. A irrigação foi iniciada após 48 horas da inoculação, sendo realizada com auxílio de borrifador para evitar a perda de nematoides por lixiviação, irrigando dessa maneira por 10 dias e após esse período irrigado com o auxílio de regador.

As avaliações da penetração de *P. brachyurus* e *M. javanica* e o desenvolvimento, no sistema radicular foi realizado aos 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24 e 30 (DAI). Para avaliar a penetração e o desenvolvimento, foi feito a coleta das raízes e a coloração de nematoides em tecido vegetal (raízes), para visualizar juvenis e fêmeas, que consiste na adaptação da técnica de coloração de Byrd et. al (1983). Nesta técnica as raízes após serem separadas do solo, foram lavadas cuidadosamente e colocando-as em um copo Becker contendo uma solução de hipoclorito de sódio (NaClO), o que resultou em uma concentração final de 1,5% de NaClO. Deixaram-se os fragmentos por 4 min nessa solução, agitando ocasionalmente. As raízes foram lavadas e deixadas embebidas em água durante quinze minutos. Após esse tempo, a água foi drenada e as raízes foram transferidas para um copo contendo 30 ml de água + 1 ml do corante (composição da solução corante: 3,5g de fuccina ácida, 250 ml de ácido acético e 750 ml de água destilada) e levou o material à fervura no micro-ondas em potência máxima, contando o tempo de 30 segundos, a partir do início do ponto de fervura.

Após a fervura, foram deixados esfriar a temperatura ambiente, por duas horas, sobre uma bancada, para evitar a formação de bolhas dentro do sistema radicular. Após esse período, removeu-se o excesso de corante por lavagem em água corrente, em seguida, as raízes foram colocadas para clarear com glicerina acidificada com três gotas de HCL (ácido clorídrico) e aqueceu-se até o ponto de fervura, deixou esfriando até atingir a temperatura ambiente e após foram colocadas em glicerina e armazenados com vedação de plástico filme até a quantificação. Para realizar essa quantificação, todas as raízes foram cortadas em pedaços de 2 cm, colocados em placa de Petri e as placas levadas a um microscópio estereoscópio e a quantificação foi feita de acordo com as fases do ciclo de vida dos nematoides, sendo quantificado J2, J3, J4 e adultos (fêmeas) de *M. javanica* e para *P. brachyurus* foi analisado os nematoides totais, devido as fases do ciclo de vida não haver diferença microscopicamente, mantendo o corpo filiforme em todo o ciclo.



## **Avaliação de reprodução**

Foram destinadas 6 repetições aos 45 DAI de cada tratamento, para avaliar *M. javanica.g* de raiz<sup>-1</sup>, na extração de raízes segue o método de extração proposto por HUSSEY & BARKER (1973), modificado por BONETI & FERRAZ (1981), que consiste em processar o sistema radicular em liquidificador com hipoclorito a 0,5% e, em sequência, passando o processado por um jogo de peneiras de 100 e 400 mesh. Após esse processo realizou a centrifugação como descrito anteriormente.

Aos 60 DAI, seis repetições de cada tratamento foram destinadas para avaliação de *P. brachyurus.g* de raiz<sup>-1</sup>, sendo a extração de raízes feita pelo método de COOLEN E D'HERDE (1972), baseada na flotação centrífuga em solução de sacarose, com adição de caulim, sendo as raízes cortadas em fragmentos de aproximadamente 2 cm e transferidas para um copo de liquidificador doméstico. Logo em seguida, as raízes foram trituradas em água por 30 segundos. A suspensão obtida foi vertida em peneira de 100 mesh sobreposta a uma de 400 mesh. Os nematoides retidos na peneira de 400 mesh foram recolhidos em suspensão aquosa, com auxílio de uma pisseta, para um copo de béquer e, em seguida, adiciona-se caulim. A suspensão aquosa foi transferida para tubos de centrífuga e centrifugada por 5 min. Após essa centrifugação, descarta o sobrenadante e, ao resíduo de cada tubo, adicionou-se solução de sacarose e procedeu-se a uma nova centrifugação por 1 min, na mesma velocidade. Após essa operação, o sobrenadante foi vertido em uma peneira de 400 mesh, removendo-se o excesso da solução de sacarose com água de torneira e recuperando-se os nematoides em suspensão aquosa, para um copo de béquer. A população do nematoide na suspensão foi quantificada com o auxílio da câmara de contagem de Peters, ao microscópio.

## **Análise estatística**

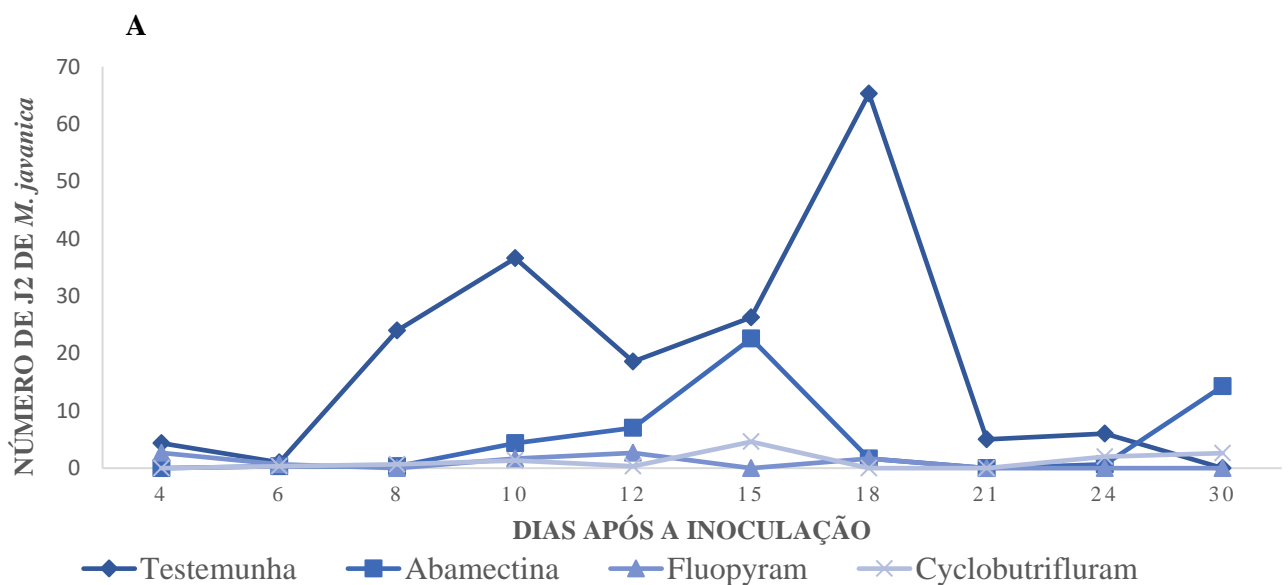
Na reprodução, as variáveis dependentes e/ou repostas submetidas a análise de variância foram massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), altura das plantas, comprimento radicular e número de nematoides por grama de raiz.

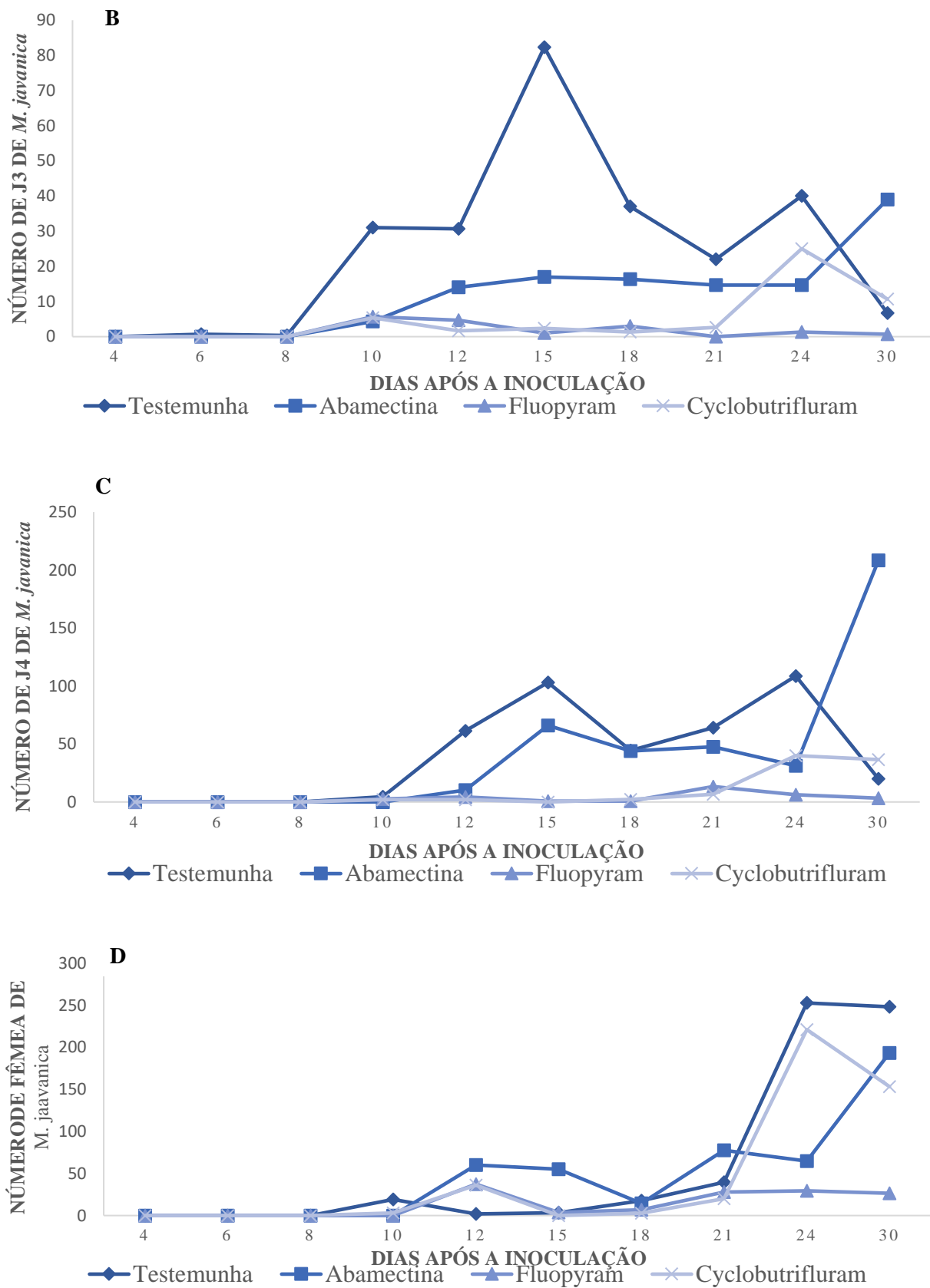
Para avaliar a penetração, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para avaliar a reprodução, foram ajustados modelos lineares generalizados (GLM) com distribuição Poisson para a variável número de *P.brachyurus*, *M. javanica.g* de raiz<sup>-1</sup>. Para as variáveis repostas:

MFR, MFPA, MSPA, comprimento da raiz e altura, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando o software R versão 4.1.0 (R Core Team, 2021).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação de penetração e desenvolvimento de *M. javanica*, a maior concentração de J2 foi observada aos 18 DAI na testemunha, os tratamentos promoveram controle em relação a testemunha (Figura 1A e Tabela 2). No entanto, as maiores taxas de penetração foram observadas entre 8 e 18 DAI, mostrando que os ovos e J2 permanecem com alta viabilidade até 18 DAI. Isto ocorreu, provavelmente, em razão da heterogeneidade de estágios de desenvolvimento dos ovos (do início do desenvolvimento embrionário à pré eclosão) inoculados no mesmo vaso. Os J2 já completamente formados estariam aptos a eclodir, pois suas reservas nutritivas o capacitam a tal ação (CAMPOS et al., 2006). Após esse período, houve redução da quantidade de J2 encontrados no interior das raízes, devido a redução da viabilidade dos ovos que foram inoculados, prejudicando a eclosão destes e a formação de J3 (Figura 1B). Houve atraso no início da penetração do nematoide nos tratamentos com a abamectina e o cyclobutrifluram, ocorrendo a penetração somente aos 6 DAI. Os juvenis de terceiro estágio (J3) foram identificados a partir da avaliação realizada aos 6 DAI, na testemunha, ocorrendo atraso no desenvolvimento do nematoide nos tratamentos feitos com os nematicidas. A maior concentração foi na avaliação realizada 15 DAI, tanto abamectina quanto na abamectina quanto na testemunha, embora tratamento com abamectina o valor tenha sido menor (Figura 2B e Tabela 2).





**Figura 1.** Número médio de *Meloidogyne javanica*, em raízes de soja utilizando nematicidas químicos, em 10 diferentes dias após a inoculação. A. Número médio de J2. B. Número médio de J3. C. Número médio de J4. D- Número médio de Fêmea

Juvenis de quarto estágio (J4) foram encontrados a partir dos 10 DAI, com maior concentração na testemunha aos 24 DAI, na abamectina aos 30 DAI, fluopyram aos 21 DAI e cyclobutrifluram aos 24 DAI, ressaltando que a menor concentração de J4 foi com fluopyram, aos 15 e 18 DAI. (Figura 1C e Tabela 3). Fêmeas de *M. javanica* foram encontradas nas raízes de soja a partir de 10 DAI. A partir dessa avaliação o número de fêmeas encontradas nas raízes de todos os tratamentos foi crescente, até os 30 DAI, apesar de que na testemunha o número tenha sido maior bem como no tratamento com a abamectina. (Figura 1D e Tabela 3). O ciclo do *M. javanica* nos tratamentos químicos sofreu atraso em relação a testemunha. Pode-se observar que menor desenvolvimento de J2, J3 e J4 nas raízes dos tratamentos com o fluopyram e cyclobutrifluram, ou um atraso no início da penetração e desenvolvimento dos nematoides.

**Tabela 2.** Número médio de juvenis de segundo (J2) e terceiro (J3) estágio de *Meloidogyne javanica*, em 10 diferentes dias após a inoculação, por sistema radicular. Urutaí-GO, 2022

DAI	J2				J3			
	Testemunha	Abamectina	Fluopyram	Cyclobutrifluram	Testemunha	Abamectina	Fluopyram	Cyclobutrifluram
4	4,33 A d	0,00 A a	2,66 A a	0,00 A a	0,00 A c	0,00 A b	0,00 A a	0,00 A a
6	1,00 A d	0,33 A a	0,66 A a	0,33 A a	0,66 A c	0,00 A b	0,00 A a	0,00 A a
8	24,00 A c	0,33 A a	0,00 A a	0,66 A a	0,33 A c	0,00 A b	0,00 A a	0,00 A a
10	36,60 A b	4,33 B a	1,66 B a	1,33 B a	31,00 A b	4,33 B b	5,66 B a	5,33 B a
12	18,60 A c	7,00 A a	2,66 A a	0,33 A a	30,66 A b	14,00 B b	4,66 B a	1,66 B a
15	26,30 A c	22,60 A a	0,00 B a	4,60 B a	82,33 A a	17,00 B b	1,00 B a	2,33 B a
18	65,30 A a	1,66 B a	1,66 B a	0,00 B a	37,00 A b	16,33 B b	3,00 B a	1,33 B a
21	5,00 A d	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A a	22,00 A c	14,66 A b	0,00 A a	2,66 A a
24	6,00 A d	0,66 A a	0,00 A a	2,00 A a	40,00 A b	14,66 B b	1,33 B a	25,00 A a
30	0,00 A d	14,30 A a	0,00 A a	2,60 A a	6,66 B c	39,00 A a	0,66 B a	10,66 B a
CV (%)	50,8				105,3			

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferiram estatisticamente (Scott-Knott,  $P < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Número médio de juvenis de quarto (J4) e fêmea de *Meloidogyne javanica*, em 10 diferentes dias após a inoculação, por sistema radicular. Urutaí-GO, 2022.

DAI	J4				Fêmea			
	Testemunha	Abamectina	Fluopyram	Cyclobutrifluram	Testemunha	Abamectina	Fluopyram	Cyclobutrifluram
4	0,00 A b	0,00 A b	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A b	0,00 A b	0,00 A a	0,00 A b
6	0,00 A b	0,00 A b	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A b	0,00 A b	0,00 A a	0,00 A b
8	0,00 A b	0,00 A b	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A b	0,00 A b	0,00 A a	0,00 A b
10	4,66 A b	0,00 A b	2,66 A a	2,00 A a	19,00 A b	0,00 A b	0,00 A a	3,00 A b
12	61,33 A a	10,33 A b	4,33 A a	2,00 A a	2,00 A b	60,00 A b	37,33 A a	36,00 A b
15	103,00 A a	66,00 A b	0,66 B a	0,00 B a	3,33 A b	55,00 A b	3,66 A a	0,00 A b
18	44,33 A a	44,00 A b	0,66 A a	2,33 A a	17,66 A b	14,33 A b	7,00 A a	2,66 A b
21	64,00 A a	47,66 A b	13,33 A a	6,66 A a	39,66 A b	77,66 A b	28,00 A a	20,00 A b

24	108,66 A a	31,33 A b	6,33 A a	40,00 A a	252,66 A a	64,66 B b	29,33 B a	221,00 A a
30	20,00 B b	208,33 A a	3,33 B a	36,66 B a	248,00 A a	193,33 A a	26,33 B a	153,33 B a
CV (%)	80,7			40,2				

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferiram estatisticamente (Scott-Knott,  $P < 0,05$ ).

Na avaliação de penetração o fluopyram obteve menor média em relação aos demais tratamentos em todas as fases do desenvolvimento do *M. javanica*, resultados semelhantes encontrados por Faske e Hurd (2015), que comprovaram que fluopyram tem efeito nematostático em *M. javanica* em condições de laboratório e, quando aplicado em baixas concentrações, também diminui a penetração de nematoides em raízes de tomateiro.

Na extração dos nematoides para avaliar a reprodução, realizada aos 45 DAI, as variáveis avaliadas: massa fresca das raízes de soja, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, altura e comprimento radicular diferiram em função dos tratamentos avaliados, tais resultados confirmam que os tratamentos empregados, interferem no desenvolvimento vegetativo da soja. (Figura 2 e Tabela 4).



**Figura 2.** Plantas de soja aos 45 DAI, submetidas a diferentes tratamentos com nematicidas químicos. T1 – testemunha. T2 – abamectina. T3 - fluopyram. T4 – cyclobutrifluram.

Quanto ao número de nematoides por grama de raiz (Tabela 4), foi possível observar um número maior de nematoides em todos os tratamentos em relação a avaliação de penetração. O tratamento cyclobutrifluram apresentou média menor, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Portanto os resultados indicam que a utilização do cyclobutrifluram, reduz a população de *M. javanica* no sistema radicular da soja.

**Tabela 4.** Massa fresca de raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), altura, comprimento de raiz e *Meloidogyne javanica*.g de raiz<sup>-1</sup>, submetidos a diferentes tratamentos, aos 45 DAI. Urutaí-GO, 2022.

Tratamentos	MFR	MFPA	MSPA	Altura	Comprimento da raiz	<i>M. javanica</i> .g de raiz <sup>-1</sup>
Testemunha	4,16 c	2,13 b	0,48 b	22,6 b	25,8 b	17779,8 a
Abamectina	6,30 a	1,9 a	1,26 a	26,6 a	41,1 a	3132,5 b
Fluopyram	6,9 a	5,43 a	1,16 a	28,5 a	39 a	2515,6 c
Cyclobutrifluram	5,36 b	5,16 a	1,18 a	28,3 a	45,5 a	1019,0 d
CV (%)	13,9	32,1	40,6	12,7	21,4	50,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna não se difere estatisticamente pela glm da família Poisson e Skott Knott a 5% de significância.

*M. javanica* é um nematoide agressivo para a cultura da soja (MATUNAGA et al., 2016). No presente trabalho, tal agressividade ficou evidenciada, uma vez que, a testemunha inoculada, sem tratamento nematicida, foi observada o aparecimento de sintomas típicos radiculares, como galhas e um alto número de nematoides por g de raiz. Tais observações alertam para a elevada capacidade dessa espécie de nematoide em causar danos à soja.

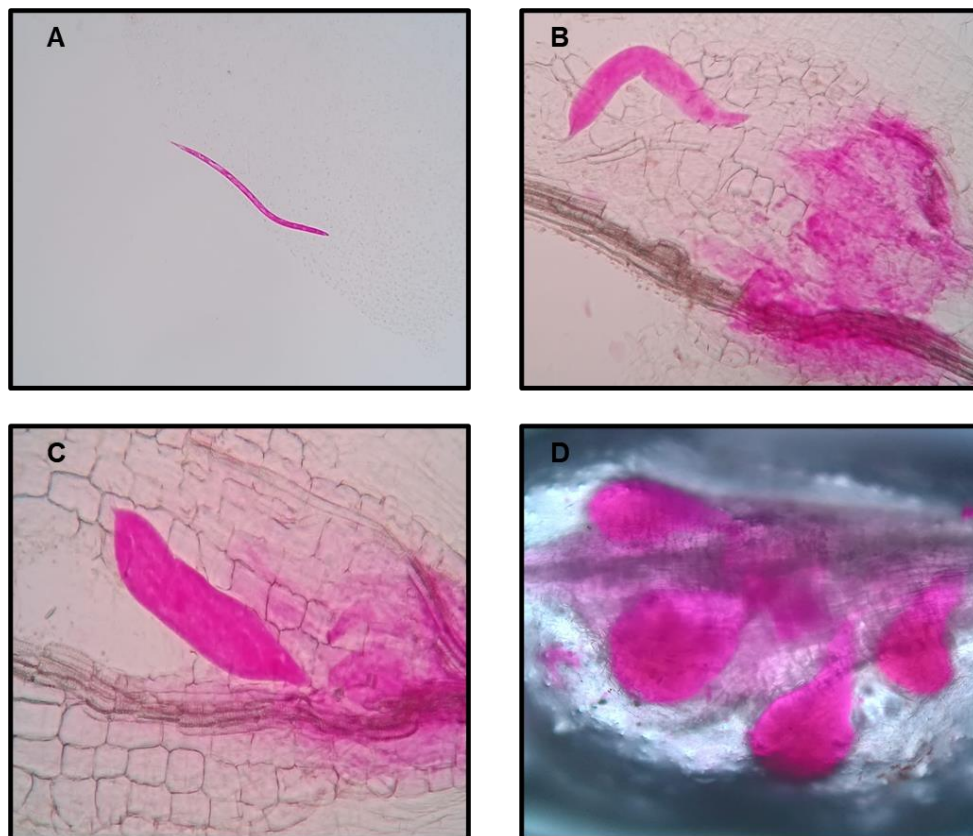
No caso de aumento de nematoides aos 30 DAI nas avaliações de penetração e reprodução no tratamento com a abamectina, pode estar relacionado com o fato de essa molécula agir principalmente em contato direto com o nematoide, quando ainda está no solo, sem ter infectado a planta, antes de ocorrer a penetração do mesmo a planta. Segundo Nelmes et al. (1973), a abamectina atua sobre o sistema nervoso dos nematoides que desempenha sua ação por prejudicar a atividade neuromuscular do nematoide.

Para os nematoides *M. javanica* e *P. brachyurus*, existem opções de produtos químicos registrados na cultura da soja, com controles satisfatórios tanto por meio do tratamento de sementes, quanto pela aplicação no sulco de plantio, como demonstrado por Corte et al. (2014). Os tratamentos nematicidas que reduzem a eclosão ou interferem na mobilidade dos juvenis de *M. javanica* são considerados produtos mais efetivos para o controle de nematoides de galha, visto que, a ação desses produtos irá influenciar o reconhecimento, orientação, alimentação e reprodução dos fitonematoides (JATALA; JENSEN, 1983). Tanto a molécula fluopyram quanto cyclobutrifluram comportaram-se como altamente promissoras para o controle de *M. javanica* na cultura da soja, por proporcionarem as maiores reduções das populações do nematoide em todas as avaliações realizadas.

Fluopyram é um fungicida SDHI (inibidor da succinatos desidrogenase), que nos últimos anos vem sendo avaliado como alternativa para o controle de fungos de solo e nematoides parasitas de plantas. Fiske e Hurd (2015) relatam que esse produto teve efeito

negativo sobre a mobilidade de *M. incognita* e *Rotylenchulus reniformis*., em torno de 78% dos juvenis de *M. incognita* foram imobilizados quando tratados durante 24 horas a 1,0 µg/ml de Fluopyram, apresentando resultados satisfatórios (acima de 75%), em relação a eficiência de controle da eclosão e, principalmente, sobre a mobilidade de *M. javanica*. Isso indica que esse produto químico possui um modo de ação da mobilidade do nematoide que é único entre os fungicidas SDHI.

A avaliação dos nematoides no interior das raízes foi bastante eficiente, permitindo identificar com clareza os estádios de desenvolvimento em todos os tratamentos, não ocorrendo diferença nos estádios de desenvolvimento do nematoide. Um outro fato importante foi a possibilidade de identificar todas as fases do ciclo do *M. javanica*, tanto no sistema radicular com os tratamentos nematicidas quanto na testemunha, o que pode significar que mesmo com o emprego de nematicidas o ciclo do nematoide não é encerrado, ocorrendo somente atraso no início da penetração e desenvolvimento (Figura 3A, 3B, 3C e 3D).

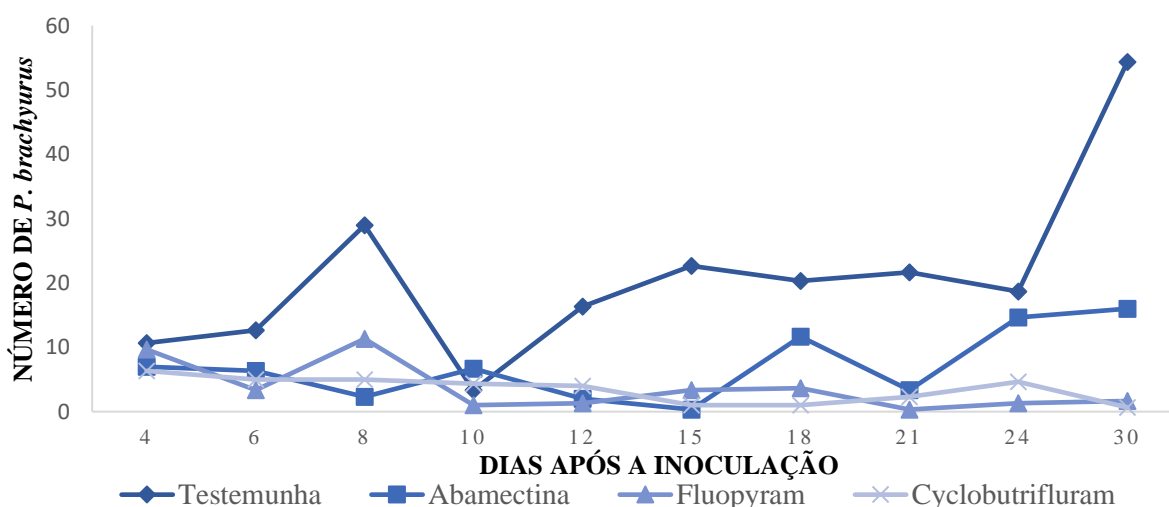


**Figura 3.** Indivíduos de *Meloidogyne javanica* em raízes de soja, submetidas a diferentes tratamentos com nematicidas químicos, coradas com fucsina ácida. A - juvenil de segundo estágio (J2). B – juvenil de terceiro estágio (J3). C – juvenil de quarto estágio (J4). D – fêmea retida no interior do sistema radicular.

Na avaliação de *P. brachyurus*, a presença de juvenis foi observada aos 4 DAI, em todos os tratamentos avaliados, com maior concentração na testemunha e a menor concentração no tratamento com cyclobutrifluram (Figura 4 e Tabela 6). Os nematoides foram frequentes em todos os tratamentos e avaliações, com a maior concentração observada na avaliação realizada aos 30 DAI na testemunha e na abamectina. O processo de infecção tem início com os juvenis de segundo estágio, penetrando as raízes em desenvolvimento através da epiderme, por meio da perfuração das paredes celulares e posterior migração no córtex, o conteúdo celular é ingerido e alterado pelo processo de digestão pré-oral, porém não há formação de sítios de alimentação (SIQUEIRA, 2007).

A abamectina é do grupo químico das Avermectinas com características acaricida, inseticida e nematicida. A população do permaneceu baixa até aos 21 DAI o que é atribuída ao efeito promovido pelo seu mecanismo de ação que ocorre nos canais de cloro controlados pelo ácido gama-aminobutírico (GABA) e principalmente naqueles controlados pelo ácido glutâmico que provoca a hiperpolarização da membrana plasmática pelo aumento do fluxo de cloro nas sinapses nervosas, causando a paralisia, prejudicando a mobilidade e morte do nematoide (SYNGENTA, 2019).

Segundo Soares e Santos (2007), o tratamento químico de sementes pode ser a importante ferramenta no manejo, especialmente pelo fato dos nematicidas químicos também apresentarem ação sobre outras pragas iniciais do solo, mas é importante destacar que a penetração avaliada ocorreu de forma semelhante em todos os tratamentos, permitindo a penetração e desenvolvimento dos nematoides.



**Figura 4.** Número médio de *Pratylenchus brachyurus*, em raízes de soja utilizando nematicidas químicos, em 10 diferentes dias após a inoculação.



**Tabela 5.** Número médio de *Pratylenchus brachyurus*, em 10 diferentes dias após a inoculação, por sistema radicular. Urutai-GO, 2022.

<i>Pratylenchus brachyurus</i>				
DAI	Testemunha	Abamectina	Fluopyram	Cyclobutrifluram
4	10,66 A c	7,00 A a	9,66 A a	6,33 A a
6	12,66 A c	6,33 A a	3,33 A a	5,00 A a
8	29,00 A b	2,33 B a	11,33 B a	5,00 B a
10	3,33 A c	6,66 A a	1,00 A a	4,33 A a
12	16,33 A b	2,00 A a	1,33 A a	4,00 A a
15	22,66 A b	0,33 B a	3,33 B a	1,00 B a
18	20,33 A b	11,66 A a	3,66 B a	1,00 B a
21	21,66 A b	3,33 B a	0,33 B a	2,33 B a
24	18,66 A b	14,66 A a	1,33 B a	4,66 B a
30	54,33 A a	16,00 B a	1,66 C a	0,66 C a
CV (%)	76,4			

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferiram estatisticamente (Scott-Knott,  $P < 0,05$ ).

A partir de 15 DAI, o número de nematoides na testemunha foi maior que nos demais tratamentos, o número de nematoides entre 18 e 30 DAI foi menor para as moléculas químicas fluopyram e cyclobutrifluram. A maior concentração de indivíduos na testemunha aos 30 DAI, pode ser explicado devido a duração do ciclo do nematoide, diferentemente dos demais tratamentos. Em geral, a duração do ciclo de *P. brachyurus* é de 3 a 6 semanas, juvenis e adultos são considerados infectantes em todos os estádios do ciclo de vida, sendo considerados nematoides móveis na planta. A duração do ciclo de vida varia em função de fatores do ambiente (FERRAZ, 2006).

A avaliação de penetração para visualizar os nematoides no interior das raízes foi satisfatório, assim como também foi relatado para os demais nematoides estudados no presente trabalho, permitindo identificar com nitidez os nematoides em todos os tratamentos e avaliações, o que pode significar que mesmo com o emprego de moléculas químicas mais atuais o ciclo do nematoide não é interrompido (Figura 6 A.B).

Segundo Vilas Boas et al. (2002), a presença de nematoides diminui o desenvolvimento das plantas, tanto da parte aérea, o que é facilmente observado quando este encontra-se em infestações severas. Porém isso não foi comprovado no presente trabalho, na qual observou-se que para a variável altura de plantas todos os tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha, (Tabela 6 e Figura 5). Isso foi comprovado estatisticamente por Kubo et al. (2009), os quais atribuíram a constância na altura das plantas à baixa população de *Rotylenchulus reniformis*. Ainda na Tabela 6, as variáveis matéria seca da parte aérea (MSPA) e massa fresca

da raiz (MFR) tiveram o mesmo comportamento da variável altura. Para MSPA cyclobutrifluram apresentou maior MSPA, porém este não diferiu dos demais tratamentos.



**Figura 5.** Plantas de soja aos 60 DAI, submetidas a diferentes tratamentos com nematicidas químicos. T1 – testemunha. T2 – abamectina. T3 - fluopyram. T4 – cyclobutrifluram

**Tabela 6.** Massa fresca de raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), altura, comprimento de raiz e *Pratylenchus brachyurus*.g de raiz<sup>-1</sup>, submetidos a diferentes tratamentos, aos 60 DAI. Urutaí-GO, 2022.

Tratamentos	MFR	MFPA	MSPA	Altura	Comprimento da raiz	<i>P.brachyurus</i> . g de raiz <sup>-1</sup>
Testemunha	2,7 a	1,7 a	0,5 a	20,0 a	26,1 a	25,3 a
Abamectina	2,9 a	1,9 a	0,7 a	21,0 a	28,8 a	6,66 b
Fluopyran	2,2 a	2,0 a	0,5 a	19,5 a	24,0 a	24,5 a
Cyclobutrifluran	2,7 a	2,1 a	0,6 a	19,0 a	26,7 a	2,33 c
CV (%)	30,3	32,7	8,5	9,7	24,6	50,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna não se difere estatisticamente pela glm da família Poisson e Skott Knott a 5% de significância.

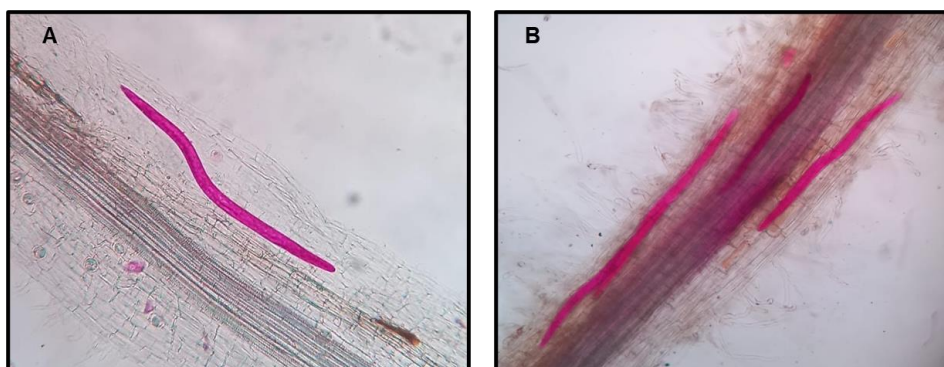
Corroborando o obtido nesta pesquisa, trabalhos com cana-de-açúcar objetivando o controle de nematoides do gênero *Pratylenchus* com os produtos carbofuran, fipronil, *Purpurecillium lilacinus*, thiamethoxam e a interação destes, foi observado que os tratamentos não diferiram entre si e nem da testemunha na análise da MSPA. Este resultado foi atribuído ao fato de as plantas terem sido coletadas ainda muito jovens e pelo experimento ter sido conduzido em vasos (OLIVEIRA et al., 2011).

A massa fresca da raiz (MFR) é afetada diretamente por *P. brachyurus* por este causar redução no número de radículas emitidas pela soja (FERRAZ, 1995). Esta variável também teve comportamento inconstante (Tabela 6), o tratamento com abamectina possibilitou bom desenvolvimento do sistema radicular da soja e o tratamento com cyclobutrifluram teve

resultado satisfatório mesmo este sendo mais eficiente na redução da população de nematoides do que o anterior. Isto pode ser explicado por Ferraz (1995) que definiu que a população de *P. brachyurus* de 1000 indivíduos não é suficiente para causar redução do peso fresco de raiz.

Todos os tratamentos reduziram a população total de nematoides atuando de forma diferente quanto à redução da população na raiz, sendo o destaque para cyclobutrifluram que causou maior redução no número de nematoides em g de raiz quando comparado aos demais. (Tabela 8). 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).

Os resultados de todos os experimentos evidenciam que os produtos utilizados não interferiram negativamente na germinação, apresentando resultados superiores ou iguais à testemunha. Castro et al. (2008) obtiveram resultados que mostram que alguns nematicidas podem afetar significativamente a emergência da soja. No caso eles mostraram que o uso de aldicarbe, um nematicida muito utilizado no passado, mas que atualmente não está disponível no Brasil, prejudicou a germinação e o vigor das sementes de soja. Isto mostra que a aplicação destes produtos nas doses utilizadas, nas sementes e no sulco, não afeta o estande de plantas de soja sendo seguros para o estabelecimento da cultura. Não foram observados sintomas visuais de fitotoxicidade dos produtos sobre as plantas de soja durante todo o período do estudo nos ensaios em vaso.



**Figura 6.** Indivíduos de *Pratylenchus brachyurus* em raízes de soja, submetidas a diferentes tratamentos com nematicidas químicos, coradas com fucsina ácida. A.B – Juvenis de *Pratylenchus brachyurus* no interior do sistema radicular da soja.

## CONCLUSÃO

Na avaliação de penetração e desenvolvimento de *M. javanica* o fluopyram causou menor penetração e desenvolvimento do nematoide e na reprodução o cyclobutrifluram favoreceu menor número de nematoides, compreendendo a proteção que essas moléculas conferiram a cultura da soja. Portanto, as moléculas químicas avaliadas apresentam potencial no manejo de *M. javanica*.

Na avaliação de *P. brachyurus* o cyclobutrifluram acarretou menor penetração de nematoide bem como menor número de nematoide na reprodução.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONETI JI; FERRAZ S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, 6: 553, 1981.

BYRD JÚNIOR, D. W.; KIRPATRICK; BARKER, K. R. An improved technique for clearing and staining plant tissues for detection of nematodes. **Journal of Nematology**, 15: 142-143, 1983.

CAMPOS, H. D.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A. Efeito do tempo e da temperatura de incubação de juvenis do segundo estágio (J2) no teor de lipídio corporal e no parasitismo de *Meloidogyne javanica* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, 31: 387-393, 2006.

CHAWLA, S. Behaviour and risk assessment of fluopyram and its metabolite in cucumber (*Cucumis sativus*) fruit and in soil. **Environmental Science and Pollution Research**, 25: 11626-11634, 2018.

COOLEN, W.A. & D'HERDE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent. State Nematology and Entomology Research Station, Ghent, 1972. 77 p.

CORTE, G.D. et al. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos no controle de fitonematoides em soja. **Ciência Rural**, 44 :1534-1540, 2014.

DESAEGER, J.; DICKSON, D. W.; LOCASCIO, S. J. Methyl bromide alternatives for control of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in tomato production in Florida. **Journal of Nematology**, 49: 140, 2017.

FASKE, T. R., HURD, K. Sensitivity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* to fluopyram. **Journal of Nematology**, 47:316-321, 2015.

FERRAZ, L. C. C. B. O nematoide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, 96: 23-27, 2006.

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

HAYDOCK, P.P.J. et al. Chemical control of nematodes. In: PERRY, R.; MOENS, M (Eds.). **Plant nematology**, Wallingford: CABI Publishing, 2013. v. 2, p. 459– 479.

HUANG, C.L.; RHODE, R.A. Phenol accumulation related to resistance in tomato to infection by root-knot and lesion nematodes. **Journal of Nematology** 5: 253-258, 1973.

HUSSEY RS; BARKER KR. A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, 57: 1025-1028, 1973.

ISHII, H. et al. Lack of cross-resistance to a novel succinate dehydrogenase inhibitor, fluopyram, in highly boscalid-resistant isolates of *Corynespora cassiicola* and *Podosphaera xanthii*. **Pest Management Science**, 67: 474-482, 2011.

JATALA, P.; JENSEN, H.J. Influence of *Meloidogyne hapla* Chitwood on development and establishment of *Heterodera sachatii* Beta vulgaris L. **Journal Nematology**, 15: 564-566, 1983.

KANDEL, Y. R. Impact of fluopyram fungicide and preemergence herbicides on soybean injury, population, sudden death syndrome, and yield. **Crop Protection**, 106: 103-109, 2018.

KUBO, R. K.; MACHADO, A. C. Z.; OLIVEIRA, C. M. G. Efeito do tratamento de sementes no controle de *Rotylenchus reniformis* em duas cultivares de algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7, 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2009. p. 1716-1724.

LABOURDETTE, G. **Fluopyram: efficacy and beyond on problematic diseases: Modern fungicides and antifungal compounds**. In: DEHNE, H. W. (Eds.). In: 16th INTERNATIONAL REINHARDSBRUNN SYMPOSIUM, FRIEDRICHRODA, Germany, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft eV Selbstverlag, 2011. p. 75-80.

LAHM, G. P. et al. The discovery of fluazaindolizine: A new product of the control of plant parasitic nematode. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters** 27:1572-1575, 2017.

MACHADO, A. C. Z. **Nematoides devastam lavouras de soja**. Revista Campo & Negócio, Uberlândia. 2015. Disponível em: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/nematoides-devastam-lavouras-de-soja> Acesso em: 11/10/2021.

MATUNAGA, D.S. et al. **Identificação bioquímica de Meloidogyne spp.** In: MACHADO A.C.Z.; SILVA, S.A. da; FERRAZ, L.C.C.B. (Eds). Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia. 2019. p. 71-92.

MORRIS, K. A. et al. 2016. Efficacy of various application methods of fluensulfone for managing root-knot nematodes in vegetables. **Journal of Nematology**. 48:65-71, 2016.

NELMES, A.J., TRUDGILL, D.L. AND CORBETT, D.C.M. Chemotherapy in the study of plant parasitic nematodes. **British Society of Parasitology II**. 95-112, 1973.

OKA, Y., SHUKAR, S., TKACHI, N. Systemic nematicidal activity of fluensulfone against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on pepper. **Pest Management Science** 68:268–275, 2012.

OLIVEIRA, C.M.G. et al. Eficiência de carbofuran e terbufós sobre nematoides e pragas iniciais na cultura algodoeira. **Revista de Agricultura, Piracicaba**, 74: 325-344, 2011.

OPPERMAN, C.H.; CHANG, S. Plant-parasitic nematode acetylcholinesterase inhibition by carbamate and organophosphate nematicides. **Journal of Nematology**, 22: 481, 1990.

PUTTER, I. et al. Avermectins: Novel inseticides, acaricides and nematicides from a soil microorganism. **Experientia**, 37: 963-964, 1981.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021.

SBN. Sociedade Brasileira de nematologia. **Danos na produção de soja causados pelos nematoides**, 2017. Disponível em: < <https://nematologia.com.br/index.php>>. Acesso em: 12 Mar. 2023.

SILVA, R. A. et al. Efeito da rotação e sucessão de culturas no manejo de nematoides da soja em área arenosa. **Nematropica** 48:198-206, 2018.

SIQUEIRA, K. M. S. **Importância de *Pratylenchus brachyurus* na cultura do caupi e estudos morfológicos e morfométricos sobre a população de *P. brachyurus* do Brasil**. 2007. 106 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2007.

SOARES, P. L. M. et al. Os Nematoides de Galha (*Meloidogyne* spp.) nas culturas de milho e sorgo. In: PAES, M.C.D.; PINHO, R.G.; MOREIRA, S.G. (Eds.) **Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil**. Sete Lagoas, MG: ABMS, 2018. p. 66–105.

SOARES, P. L. M. et al. Controle biológico de nematoides, 2017. In: BALDIN, E. L. L. et al. (Eds.). **Inovações em manejo fitossanitário**. Botucatu, SP: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2017. p. 167-189.

SOARES, P.L.M.; SANTOS, J.M. Aniquilado pela raiz. **Revista Cultivar – Grandes culturas**. 97: 14-17. 2007

STARR, J.L. et al. The future of nematode management in cotton. **Journal of Nematology**, 39: 283-294, 2007.

SYNGENTA (2019) **Bula de Avicta 500 FC (abamectina 50,0% m/v), registrado no Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA sob nº 020107**. Disponível em: <[https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/zhg256/f/avicta\\_500\\_fs\\_4.pdf?token=1560347068](https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/zhg256/f/avicta_500_fs_4.pdf?token=1560347068)> Acesso em: 03 de nov. 2022.

VILAS BOAS, L. C. et al. Reação de clones de bananeira (*Musa* spp.) ao nematoide *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwiid, 1949, Raça 2. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 24: 690-693, 2002.



VITALE, A.; PANEBIANCO, A.; POLIZZI, G. Baseline sensitivity and efficacy of fluopyram against *Botrytis cinerea* from table grape in Italy. **Annals of Applied Biology**, 169: 36-45, 2016.

ZASADA, I. A.; HALBRENDT, J. M.; KOKALIS-BURELLE, N.; LAMONDIA, J.; MCKENRY, M. V.; NOLING, J. W. Managing nematodes without methyl bromide. **Annual Review of Phytopathology**, 48: 311-328, 2010.