

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ICIAG  
CURSO DE AGRONOMIA

MARCELLA EDUARDA GONZAGA CASSEMIRO

CONTROLE BIOLÓGICO E QUÍMICO DE *MELOIDOGYNE EXIGUA* E  
*MELOIDOGYNE PARANAENSIS*

UBERLÂNDIA  
2023

MARCELLA EDUARDA GONZAGA CASSEMIRO

CONTROLE BIOLÓGICO E QUÍMICO DE *MELOIDOGYNE EXIGUA* E  
*MELOIDOGYNE PARANAENSIS*

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Uberlândia, como parte dos requisitos do  
Curso de graduação em Agronomia para  
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Amélia  
dos Santos

UBERLÂNDIA  
2023

MARCELLA EDUARDA GONZAGA CASSEMIRO

CONTROLE BIOLÓGICO E QUÍMICO DE *MELOIDOGYNE EXIGUA* E  
*MELOIDOGYNE PARANAENSIS*

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Uberlândia, como parte dos requisitos do  
Curso de graduação em Agronomia para  
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovado pela Banca Examinadora em \_\_//\_\_

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Amélia dos Santos – ICIAG/UFU

---

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Mauricio Martins

---

Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup> Victor Hugo Rodrigues Diniz

UBERLÂNDIA

2023

## Resumo

CASSEMIRO, Marcella Eduarda Gonzaga. **Controle biológico e químico de *Meloidogyne exigua* e *Meloidogyne paranaensis***

O cafeeiro está entre as cinco principais *commodities* mundiais. No Brasil seu cultivo em áreas contaminadas por nematoides causa prejuízos significativos. Para ter mais opções de controle de nematoides, o presente trabalho tem como objetivo determinar o potencial de produtos biológicos no controle de *Meloidogyne exigua* e *Meloidogyne paranaensis* na cultura do cafeeiro. Foram realizados dois experimentos em delineamento de blocos casualizados, que consistiram na inoculação de duas espécies de nematoides: *Meloidogyne exigua* e *Meloidogyne paranaensis* em mudas de café (MGS Paraíso 2). A primeira avaliação ocorreu aos 90 dias após a inoculação (DAI) e a segunda aos 120 DAI, foram avaliados a massa fresca das raízes, massa seca de parte aérea, número de ovos e população de juvenis de 2º estágio. Os dados obtidos nas características avaliadas foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de F e para comparação das médias foi utilizado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. O uso do princípio ativo fluensulfone influenciou negativamente nos resultados obtidos para o acúmulo de massa e controle do número de ovos e juvenis de 2º estágio.

**Palavras-chave:** *Coffea arábica*; Nematicidas biológicos; Nematoides.

## **Abstract**

CASSEMIRO, Marcella Eduarda Gonzaga. **Controle biológico e químico de *Meloidogyne exigua* e *Meloidogyne paranaensis***

Coffee is among the top five world commodities. In Brazil, its cultivation in areas contaminated by nematodes causes significant damage. In order to have more nematode control options, the present work aims to determine the potential of biological products in the control of *Meloidogyne exigua* and *Meloidogyne paranaensis* in coffee crops. Two experiments were carried out in a randomized block design, which consisted of the inoculation of two nematode species: *Meloidogyne exigua* and *Meloidogyne paranaensis* in coffee seedlings (MGS Paraíso 2). The first evaluation took place at 90 days after inoculation (DAI) and the second at 120 DAI, fresh mass of roots, dry mass of shoots, number of eggs and population of 2nd instar juveniles were evaluated. The data obtained from the evaluated characteristics were submitted to analysis of variance, using the F test and the Scott-Knott test at 5% probability was used to compare the means. The use of the active ingredient fluensulfone negatively influenced the results obtained for mass accumulation and control of the number of eggs and 2nd instar juveniles.

**Keywords:** *Coffea arabica*; Biological nematicides; Nematode

## Introdução

O cafeeiro trata-se de uma planta originária do continente africano das regiões de montanha da Etiópia, pertencente a classe Magnoliopsida, ordem *Gentianales*, Família das *Rubiaceae* e gênero *Coffea*. No Brasil, as duas espécies exploradas comercialmente são *Coffea arabica* e *Coffea canephora*.

Trata-se de um dos produtos agrícolas mais importantes de aspectos socioeconômicos para mais de 50 países, além de estar entre as cinco principais *commodities* comercializadas no mundo (FERRÃO et al., 2017). O Brasil é o principal produtor e exportador de café em escala mundial, sendo o *Coffea arábica* cultivado em aproximadamente 80% das áreas destinadas à cafeicultura no país (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2022).

Mesmo possuindo um clima favorável para o desenvolvimento da cafeicultura, no Brasil a expansão das lavouras de café ocorreu principalmente em áreas já antropizadas, ou seja, áreas cujas características originais foram alteradas, e que em sua grande maioria são áreas de pastagem degradadas (AVELINO et al., 2019). Logo, aspectos relacionados à fertilidade dos solos, pragas, doenças e variações climáticas são os principais fatores que reduzem a produtividade e intensificam a bienalidade do café (MATIELLO, 2010).

Inúmeras espécies de ácaros, insetos e nematoides estão relacionados como as principais pragas e nematoides de solo da cultura (MARQUES et al., 2019). Os nematoides causam prejuízos irreparáveis na produção agrícola. O decréscimo de produtividade pode chegar próximo de 60% a depender da espécie e cultura. No cafeeiro, os nematoides reduzem em média 15% da produtividade (TALWANA et al., 2016; YADAV, 2017).

Diversos são os gêneros e espécies de nematoides do cafeeiro, sendo o *Meloidogyne* o gênero citado na literatura como o de maior ocorrência e as espécies *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne exigua* e *Meloidogyne paranaensis* como as principais (VILLAIN et al., 2013). Com a crescente preocupação mundial com o meio ambiente e uma alimentação mais saudável, o uso de nematicidas químicos para redução dos nematoides vêm sendo questionado (VILLAIN et al., 2018; LIMA et al., 2019). Assim, atualmente a sociedade exige a mínima degradação dos recursos naturais para produção de alimentos, com destaque para alimentos que comprovem a não utilização de agrotóxicos no controle de doenças (BRUM, 2012; SILVA et al., 2021).

Com o alerta sustentável de redução no controle químico, ocorreu um aumento satisfatório nos pesticidas biológicos que representava em 2009 apenas 3,5% e passou para 14,1% em 10 anos (ABD-ELGAWAD; ASKARY, 2020). A utilização de microrganismos promove o aumento da matéria orgânica, abaixa a proliferação de doenças, promove o aumento da produtividade e diversos outros benefícios em sinergia em associação com as raízes das plantas (SILVA et al., 2021).

Contudo, para obter mais opções de controle de nematoides, o presente trabalho tem como objetivo determinar o potencial de produtos biológicos no controle de *Meloidogyne exigua* e *Meloidogyne paranaensis* na cultura do cafeeiro.

## Material e Métodos

Os produtos BNF 2021/01 (*Bacillus amyloliquefaciens* + *Bacillus pumilus* + *Bacillus subtilis*) e BNF 2021/03 (*Bacillus amyloliquefaciens* + *Bacillus subtilis*) caracterizados como por rizobactérias. Os fungos *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* (BN45.001/19) e *Paecilomyces lilacinus* (Nemat) são caracterizados como fungos que parasitam ovos de nematoides.

O produto Pardella é composto por fungos produtores de metabólitos secundários (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*) e por rizobactérias (*Bacillus Amyloliquefaciens*). O Ecotrich é composto por *Trichoderma harzianum*, fungo conhecido como um produtor de metabólitos secundários. O Nemaplus<sup>®</sup> é composto por 3,0% N; 3,7% COT; 1,0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 1,0% K<sub>2</sub>O; 1,3% Cu; 5,5% Mn e 2,3% Zn), Moss tem em sua composição 3,0% N; 3,7% COT; 1,0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 1,0% K<sub>2</sub>O; 1,3% Cu; 5,5% Mn e 2,3% Zn, ambos pertencem a pentecente a empresa Ballagro Agro Tecnologia.

O experimento foi conduzido na casa de vegetação na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) que tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: -18.884730, Longitude: -48.260247 e localizado na cidade de Uberlândia-MG que corresponde a uma área de 4.115,2 km<sup>2</sup>, altitude média de 843 m, temperatura média 27°C e precipitação anual de 1550 mm.

Foram realizados dois experimentos que consistiram na inoculação de duas espécies de nematoides: *Meloidogyne exigua* e *Meloidogyne paranaensis* em mudas de café (MGS Paraíso 2). Cada um dos dois experimentos foi instalado em delineamento de blocos casualizados.

No primeiro, as mudas de cafeeiro foram inoculadas com ovos *Meloidogyne exigua* testadas em sete tratamentos (Tabela 1) com oito repetições, em duas épocas de plantio,

totalizando 16 repetições. Os primeiros 56 vasos foram avaliados após 90 dias da inoculação do nematoide e outros 56 vasos com 120 dias. No segundo experimento, as mudas de cafeeiro foram inoculadas com ovos de *Meloidogyne paranaensis* testados sete tratamentos (Tabela 1) com oito repetições, em duas épocas de plantio, totalizando 16 repetições. Os primeiros 56 vasos foram avaliados com 90 da inoculação do nematoide e outros 56 vasos com 120 dias.

**Tabela 1.** Tratamentos e doses dos produtos biológicos que foram utilizados no experimento.

	<b>Tratamento</b>	<b>Doses de Aplicação</b>
1	Controle	-
2	Nimitz <sup>1</sup>	1,5 L ha <sup>-1</sup>
3	BNF 2021/01 <sup>2</sup> + Ecotrich <sup>3</sup> + Nemaplus <sup>4</sup> + Moss <sup>5</sup>	0,3 L ha <sup>-1</sup> + 0,1 kg ha <sup>-1</sup> + 10 L ha <sup>-1</sup> + 0,5 L ha <sup>-1</sup>
4	BNF 2021/03 <sup>6</sup> + Ecotrich <sup>3</sup> + Nemaplus <sup>4</sup> + Moss <sup>5</sup>	0,3 L ha <sup>-1</sup> + 0,1 kg ha <sup>-1</sup> + 10 L ha <sup>-1</sup> + 0,5 L ha <sup>-1</sup>
5	BN45.001/19 <sup>7</sup> + Ecotrich <sup>3</sup> + Nemaplus <sup>4</sup> + Moss <sup>5</sup>	0,2 L ha <sup>-1</sup> + 0,1 kg ha <sup>-1</sup> + 10 L ha <sup>-1</sup> + 0,5 L ha <sup>-1</sup>
6	Nemat <sup>8</sup> + Pardella <sup>9</sup> + Nemaplus <sup>4</sup> + Moss <sup>5</sup>	0,2 L ha <sup>-1</sup> + 0,1 kg ha <sup>-1</sup> + 10 L ha <sup>-1</sup> + 0,5 L ha <sup>-1</sup>
7	Nemat <sup>8</sup> + Ecotrich <sup>3</sup> + Nemaplus <sup>4</sup> + Moss <sup>5</sup>	0,2 L ha <sup>-1</sup> + 0,1 kg ha <sup>-1</sup> + 10 L ha <sup>-1</sup> + 0,5 L ha <sup>-1</sup>

<sup>1</sup>Nimitz® (Fluensulfona); <sup>2</sup>BNF 2021/01 (*Bacillus amyloliquefaciens* + *Bacillus pumilus* + *Bacillus subtilis*); <sup>3</sup>Ecotrich (*Trichoderma harzianum*); <sup>4</sup>Nemaplus® - Ballagro Agro Tecnologia; <sup>5</sup>Moss (3,0% N; 3,7% COT; 1,0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 1,0% K<sub>2</sub>O; 1,3% Cu; 5,5% Mn; 2,3% Zn); <sup>6</sup>BNF 2021/03 (*Bacillus amyloliquefaciens* + *Bacillus subtilis*); <sup>7</sup>BN45.001/19 (*Paecilomyces lilacinus* + *Pochonia chlamydosporia*); <sup>8</sup>Nemat (*Paecilomyces lilacinus*); <sup>9</sup>Pardella (*Trichoderma harzianum* + *Trichoderma asperellum* + *Bacillus Amyloliquefaciens*).

As mudas de cafeeiro foram levadas à casa de vegetação do *Campus* Umuarama e foram transplantadas para vasos de plástico de 1,7 L preenchidos com substrato formado por 1:3 partes de terra e 2:3 partes de areia. A inoculação dos nematoides ocorreu após 30 dias do transplante, no primeiro experimento foram utilizados 5.000 ovos de *M. exigua* por vaso e no segundo foram utilizados 2.000 ovos de *M. paranaensis* por vaso.

As aplicações de todos os tratamentos com exceção do controle (que não possui produto e nem dose) foram realizadas em dois períodos: após a inoculação e 45 dias depois dessa primeira aplicação.

A primeira avaliação ocorreu aos 90 dias após a primeira aplicação dos tratamentos (DAI) e a segunda aos 120 DAI. Para as avaliações, a parte aérea das mudas foram retiradas dos vasos e levadas ao secador até a estabilização do peso, cerca de 5 dias,

após isso foi extraído em no máximo 48 h os nematoides do solo e da raiz. As raízes foram cortadas em lascas de 5mm de espessura, pesadas em balança analítica digital e processados no liquidificador com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% durante 20 s. A suspensão obtida foi passada em peneiras sobrepostas de 200 mesh que será descartada e 500 mesh que serão recolhidos com auxílio de uma piseta, em tubos de 100 ml com adição de 1 g de caulim (argila branca) e submetidos a centrifugação em duas etapas, sendo a primeira durante 5 min a uma rotação de 650 g e a segunda após a troca da água pela solução de sacarose sendo rotacionada por 1 min a 650 g novamente. Finalizado o processo, verteu-se a suspensão na peneira de 500 mesh, lavando-a com água com intuito de eliminar o excesso da solução açucarada e recolhido para um recipiente a suspensão contendo ovos e juvenis com auxílio da câmara de Peters ao microscópio de luz, de acordo com a técnica de Hussey e Barker (1973) e modificada para Boneti & Ferraz (1981).

O solo seguiu a metodologia de Jenkins (1964) onde foi destorroado e misturado a 3 L de água em uma vasilha plástica e posteriormente vertido sobre duas peneiras acopladas de 20 e 400 mesh, sendo o material retido nesta última peneira o resíduo e que foi submetido a centrifugação em duas etapas, sendo a primeira durante 5 min a uma rotação de 650 g e a segunda após a troca da água pela solução de sacarose (454g de açúcar para 1 L de água) rotacionada por 1 min a 650 g novamente. Finalizado o processo, verteu-se a suspensão na peneira de 400 mesh, lavando-a com água com intuito de eliminar o excesso da solução açucarada e passado para um recipiente que será quantificado o número total de ovos e juvenis com auxílio da câmara de Peters ao microscópio de luz.

Os dados obtidos nas características avaliadas foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de F e para comparação das médias foi utilizado o teste de

Scott-Knott a 5% de probabilidade. Utilizou-se o *software* estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019) para análise dos dados.

## Resultados e Discussão

Os dados referentes às médias da massa fresca de raízes do cafeeiro, variedade MGS Paraíso 2, após 90 e 120 DAI com 5000 ovos de *M. Exigua*, estão na tabela 2.

**Tabela 2.** Massa (g) fresca de raízes de cafeeiro MGS Paraíso 2 após 90 e 120 dias da inoculação com *Meloidogyne exigua*. População inicial (PI) de 5.000 ovos de *Meloidogyne exigua*. UFU, Uberlândia/MG. Médias de oito repetições.

	Tratamentos	90 dias	120 dias	Médias
1	Controle	13,41* aA**	16,19* aA**	14,80* a**
2	Nimitz	6,81 bA	6,86 bA	6,84 b
3	BNF 2021/01 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	19,01 aA	14,95 aA	16,98 a
4	BNF 2021/03 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	17,49 aA	12,89 aA	15,19 a
5	BN45.001/19 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	11,73 bA	13,53 aA	12,63 a
6	Nemat + Pardella + Nemaplus + Moss	11,52 bA	12,32 aA	11,92 a
7	Nemat + Ecotrich + Nemaplus + Moss	9,71 bA	12,08 aA	10,90 a
	Médias	12,81 A	12,69 A	

Coefficiente de variação (%) = 25,13. \*Dados originais. Para análise estatística, os dados foram transformados em  $\sqrt{x}$ . \*\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Não foram observadas diferenças significativas dos tratamentos entre as épocas. Em contrapartida, entre os tratamentos dentro de cada época, houve a formação de dois grupos distintos.

Aos 90 DAI os tratamentos 3 (0,3 l ha<sup>-1</sup> BNF 2021/01 + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Ecotrich + 10 l ha<sup>-1</sup> NemaPlus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss) e 4 (0,3 l ha<sup>-1</sup> BNF 2021/03 + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Ecotrich + 10 l ha<sup>-1</sup> Nemaplus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss) não diferem entre si e apresentaram as maiores massa fresca de raízes, todavia os demais tratamentos incluindo o tratamento 2 (Nimitz – Químico) não diferem entre si e obtiveram as menores massa fresca de raízes.

Todavia, aos 120 DAI apenas o Tratamento 2 (Nimitz – Químico) apresentou a menor massa fresca de raízes, o tratamento 2 difere estatisticamente de todos os tratamentos incluindo o Tratamento 1 (Controle). Em ambas as épocas de avaliação o tratamento com menores valores médios para a massa fresca das raízes foi obtido ao

utilizar o produto Nimitz, com princípio ativo Fluensulfone.

Os dados referentes às médias de massa seca de parte aérea do cafeeiro, variedade MGS Paraíso 2, após 90 e 120 DAI com 5.000 ovos de *M. Exigua*, estão na tabela 3.

**Tabela 3.** Massa (g) seca de parte aérea de cafeeiro MGS Paraíso 2 após 90 e 120 dias da inoculação com *Meloidogyne exigua*. População inicial (PI) de 5.000 ovos de *Meloidogyne exigua*. UFU, Uberlândia/MG. Médias de oito repetições.

	Tratamentos	90 dias	120 dias	Médias
1	Controle	5,29* aA**	5,46* bA**	5,37* a**
2	Nimitz	3,92 bA	3,73 cA	3,83 a
3	BNF 2021/01 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	6,61 aB	8,93 aA	7,77 a
4	BNF 2021/03 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	5,73 aB	7,67 aA	6,70 a
5	BN45.001/19 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	4,56 bB	6,31 bA	5,43 a
6	Nemat + Pardella + Nemaplus + Moss	4,98 bB	6,95 bA	5,96 a
7	Nemat + Ecotrich + Nemaplus + Moss	4,61 bB	6,18 bA	5,39 a
	Médias	5,10 B	6,46 A	

Coeficiente de variação (%) = 19,10. \*Dados originais. Para análise estatística, os dados foram transformados em  $\sqrt{x}$ . \*\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e as épocas de avaliações. Aos 90 DAI os tratamentos 2 (Nimitz); 5 (BN45.001/19 + Ecotrich + Nemaplus + Moss); 6 (Nemat + Pardella + Nemaplus + Moss); 7 (Nemat + Ecotrich + Nemaplus + Moss) não diferem entre si e apresentaram as menores massa seca de parte aérea, os tratamentos 3 (BNF 2021/01 + Ecotrich + Nemaplus + Moss); 4 (BNF 2021/03 + Ecotrich + Nemaplus + Moss) e controle por sua vez apresentaram as maiores massa seca de parte aérea e não apresentam diferença estatística entre si, diferindo apenas dos tratamentos 2, 5, 6 e 7.

Em relação às média da massa seca de parte aérea do cafeeiro, variedade MGS Paraíso 2, aos 120 DAI, houve a formação de três grupos distintos, sendo que o tratamento 2 (Nimitz – Químico) apresentou os menores valores médios (3,73 g), e difere dos tratamentos 3 (0,3 l ha<sup>-1</sup> BNF 2021/01 + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Ecotrich + 10 l ha<sup>-1</sup> NemaPlus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss) e 4 (0,3 l ha<sup>-1</sup> BNF 2021/03 + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Ecotrich + 10 l ha<sup>-1</sup> Nemaplus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss) apresentaram os maiores valores médios, o mesmo foi observado aos 120

DAI. Nas duas épocas de avaliação, os menores valores de massa seca de parte aérea do cafeeiro MGS Paraíso 2 foram obtidos com a aplicação do Fluensulfone (Nimitz).

As plantas tratadas com fluensulfone tiveram a massa fresca das raízes e a massa seca da parte aérea reduzidas quando comparadas com o Controle e aos tratamentos com o uso de produtos biológicos, os quais não reduziram o acúmulo de massa das raízes e parte aérea (Tabelas 2 e 3).

Os dados referentes às médias do número de ovos e juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne exigua*/g de raízes de cafeeiro, variedade MGS Paraíso 2, após 90 e 120 DAI com 5.000 ovos de *M. Exigua*, na tabela 4.

**Tabela 4.** Número de ovos e juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne exigua*/g de raízes de cafeeiro MGS Paraíso 2 após 90 e 120 dias da inoculação com *Meloidogyne exigua*. População inicial (PI) de 5.000 ovos de *Meloidogyne exigua*. UFU, Uberlândia/MG. Médias de oito repetições.

	Tratamentos	90 dias	120 dias	Médias
1	Controle	2300,63* aA**	2216,25* aA**	2258,44* a**
2	Nimitz	2596,88 aA	1726,88 aA	2161,88 a
3	BNF 2021/01 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	1341,00 bA	209,25 bB	775,13 b
4	BNF 2021/03 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	1013,38 bA	430,63bB	722,00 c
5	BN45.001/19 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	1013,63 bA	164,00 bB	588,81 c
6	Nemat + Pardella + Nemaplus + Moss	445,50 cA	283,75 bA	364,63 c
7	Nemat + Ecotrich + Nemaplus + Moss	968,63 bA	269,38 bB	619,00 c
	Médias	1382,80 A	757,16 B	

Coeficiente de variação (%) = 10,17. \*Dados originais. Para análise estatística, os dados foram transformados em  $\sqrt{x}$ . \*\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Observou-se aos 90 DAI a formação de três grupos distintos, o tratamento 6 (0,2 l ha<sup>-1</sup> Netmat + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Pardella + 10 l ha<sup>-1</sup> NemaPlus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss) diferiu estatisticamente de todos os tratamentos na redução do número de ovos e juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne*, apresentando uma média de 445,50 ovo/g de raiz, todavia, o tratamento 2 (Nimitz) diferem entre si. O tratamento 2 apresentou o maior índice de ovos por grama de raiz, apresentando uma média de 2596,88 ovo/g de raiz.

Aos 120 DAI houve a formação de dois grupos dentre as médias dos tratamentos, onde os tratamentos 3 (0,3 l ha<sup>-1</sup> BNF 2021/01 + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Ecotrich + 10 l ha<sup>-1</sup> NemaPlus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss); 4 (0,3 l ha<sup>-1</sup> BNF 2021/03 + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Ecotrich + 10 l ha<sup>-1</sup> Nemaplus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss); 5 (0,2 l ha<sup>-1</sup> BN45.001/19 + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Ecotrich + 10 l ha<sup>-1</sup> NemaPlus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss); 6 (0,2 l ha<sup>-1</sup> Netmat + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Pardella + 10 l ha<sup>-1</sup> NemaPlus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss); e 7 (Nemat + Ecotrich + Nemaplus + Moss) não apresentam diferenças estatísticas entre si, e apresentaram uma redução no número de ovos e juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne exigua* em relação ao Controle.

Os melhores números médios de ovos e juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne exigua*/g de raízes de cafeeiro MGS Paraíso 2 foram encontrados aos 120 DAI, quando comparadas as épocas de avaliação. Os produtos utilizados em combinação proporcionam um efeito redutor do número médio de ovos e juvenis. O Ecotrich é trata-se de um biofungicida à base de *Trichoderma harzianum*, enquanto os produtos Nemaplus e Moss trata-se de fertilizantes.

Giehl et al. (2016) avaliaram plantas de feijão sob estresse causado pela presença de nematoides no solo, com e sem a inoculação de produtos a base de antibiose. A antibiose é caracterizada por efeitos adversos das plantas sobre os nematoides, causando principalmente alterações no seu desenvolvimento, mortalidade juvenil, mortalidade adulta, redução do tamanho e peso individual, redução da fecundidade, mudanças na proporção sexual e mudanças na expectativa de vida dos nematoides. Os autores concluíram que a aplicação do fungo no solo no momento da semeadura apresentou benefícios à cultura na promoção da altura de plantas, comprimento radicular e produtividade, corroborando com os resultados neste.

Os dados referentes às médias da massa fresca de raízes do cafeeiro, variedade MGS Paraíso 2, após 90 e 120 DAI com 2.000 ovos de *M. Paranaensis*, estão na tabela 5.

**Tabela 5.** Massa (g) fresca de raízes de cafeeiro MGS Paraíso 2 após 90 e 120 dias da inoculação com *Meloidogyne paranaensis*. População inicial (PI) de 2.000 ovos de *Meloidogyne paranaensis*. UFU, Uberlândia/MG. Médias de oito repetições.

	Tratamentos	90 dias	120 dias	Médias
1	Controle	10,73*aA**	14,60*aA**	12,67* a**
2	Nimitz	4,96 bA	4,68 bA	4,82 b
3	BNF 2021/01 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	12,98 aA	15,08 aA	14,03 a
4	BNF 2021/03 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	13,78 aA	13,78 aA	13,78 a
5	BN45.001/19 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	11,11 aA	12,74 aA	11,92 a
6	Nemat + Pardella + Nemaplus + Moss	13,78 aA	13,63 aA	13,71 a
7	Nemat + Ecotrich + Nemaplus + Moss	11,11 aA	15,16 aA	13,14 a
	Médias	11,21 A	12,81 A	

Coefficiente de variação (%) = 22,83. \*Dados originais. Para análise estatística, os dados foram transformados em log x. \*\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e da mesma letramaiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Em relação às médias da massa fresca de raiz do cafeeiro, variedade MGS Paraíso 2, aos 90 DAI, houve a formação de dois grupos distintos, onde o tratamento 2 (Nimitz – Químico) apresentou as menores massa fresca de raiz, diferindo estatisticamente de todos os tratamentos. O tratamento 4 (0,3 l ha<sup>-1</sup> BNF 2021/03 + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Ecotrich + 10 l ha<sup>-1</sup> Nemaplus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss) e tratamento 6 (0,2 l ha<sup>-1</sup> Netmat + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Pardella + 10 l ha<sup>-1</sup> NemaPlus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss) apresentaram as maiores massa fresca de raiz, todavia estes, não diferem dos tratamentos 3, 5 e 7. Aos 120 DAI foi observado diferença significativa entre os tratamentos, onde o Tratamento 2 (Químico) estatisticamente foi o único inferior a testemunha. Não houve diferença significativa entre as épocas de avaliação, porém observando as duas épocas, nota-se que o Tratamento 4 obteve as melhores médias em ambas.

Os dados referentes às médias da massa seca de parte aérea do cafeeiro, variedade MGS Paraíso 2, após 90 e 120 DAI com 2000 ovos de *M. Paranaensis*, na tabela 6.

**Tabela 6.** Massa (g) seca de parte aérea de cafeeiro MGS Paraíso 2 após 90 e 120 dias da inoculação com *Meloidogyne paranaensis*. População inicial (PI) de 2.000 ovos de *Meloidogyne paranaensis*. UFU, Uberlândia/MG. Médias de oito repetições.

Tratamentos		90 dias	120 dias	Médias
1	Controle	4,88* aA**	5,74*aA**	5,31* a**
2	Nimitz	3,33 bA	4,52 bA	3,92 a
3	BNF 2021/01 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	4,89 aB	7,04 aA	5,96 a
4	BNF 2021/03 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	5,56 aA	6,99 aA	6,28 a
5	BN45.001/19 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	4,76 aB	6,40 aA	5,58 a
6	Nemat + Pardella + Nemaplus + Moss	5,06 aB	6,88 aA	5,97 a
7	Nemat + Ecotrich + Nemaplus + Moss	4,27 bB	5,72 aA	4,99 a
Médias		4,68 B	6,18 A	

Coefficiente de variação (%) = 19,47. \*Dados originais. Para análise estatística, os dados foram transformados em  $\sqrt{x}$ . \*\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

As melhores médias da massa seca da parte aérea de mudas de cafeeiro foram encontradas aos 90 DAI utilizando 0,3 l ha<sup>-1</sup> BNF 2021/03 + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Ecotrich + 10 l ha<sup>-1</sup> Nemaplus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss (Tratamento 4), e aos 120 DAI com o uso de 0,3 l ha<sup>-1</sup> BNF 2021/01 + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Ecotrich + 10 l ha<sup>-1</sup> Nemaplus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss (Tratamento 3), e entre as duas épocas aos 120 DAI temos a melhor massa seca de parte aérea. Entretanto, nas duas épocas de avaliação, as menores médias observadas para o acúmulo de massa seca de parte aérea ocorreu como a aplicação do Tratamento 2 (Nimitz – Fluensulfone).

Fernandes et al. (2018), avaliando a eficiência de Fluensulfone (Nimitz) no controle de fitonematoides na cultura do café na região de Varjão de Minas - MG observaram o mesmo comportamento do produto, uma vez que a produtividade foi afetada negativamente pelos efeitos e doses de Fluensulfone utilizados.

A lenta biodegradação do nematicida pode fazer com que o produto se acumule em condições tóxicas à planta (CABRERA-HIDALGO et al., 2015). O controle pelo nematicida ficou abaixo do esperado nos dois experimentos, podendo ser pela baixa eficiência do produto sobre *M. exigua* e *M. paranaensis*, ou, mais provável, devido à morte de muitas raízes em função da fitotoxicidade e, com isso, a planta absorveu menores quantidades do produto.

Tannuri (2018) avaliando o uso do ácido salicílico no manejo de doenças foliares e da meloidoginose do cafeeiro observou que a Fluensulfone causou fitotoxicidade em plantas de café, o que resultou em menor massa de raízes e altura de plantas, corroborando com os resultados obtidos nos presentes dois experimentos.

No segundo experimento o número de ovos e a população de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. paranaensis* nas raízes do cafeeiro foram reduzidas aos 90 e 120 dias a partir do tratamento 6, com o uso de 0,2 l ha<sup>-1</sup> Netmat + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Pardella + 10 l ha<sup>-1</sup> NemaPlus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss, conforme Tabela 7, abaixo.

**Tabela 7.** Número de ovos e juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne paranaensis*/g de raízes de cafeeiro MGS Paraíso 2 após 90 e 120 dias da inoculação com *Meloidogyne exigua*. População inicial (PI) de 2.000 ovos de *Meloidogyne paranaensis*. UFU, Uberlândia/MG. Médias de oito repetições.

	Tratamentos	90 dias	120 dias	Médias
1	Controle	1272,50*aA**	483,50*aB**	878,00* a**
2	Nimitz	878,75 aA	271,75 aB	575,25 b
3	BNF 2021/01 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	622,13 aA	242,38 aB	432,25 b
4	BNF 2021/03 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	532,25 aA	164,00 bB	348,13 c
5	BN45.001/19 + Ecotrich + Nemaplus + Moss	351,50 bA	152,88 bB	252,19 c
6	Nemat + Pardella + Nemaplus + Moss	188,88 bA	88,75 bB	138,81 d
7	Nemat + Ecotrich + Nemaplus + Moss	877,84 aA	288,00 aB	582,94 b
	Médias	674,84 A	241,61 B	

Coefficiente de variação (%) = 9,84. \*Dados originais. Para análise estatística, os dados foram transformados em log x. \*\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao número de ovos e a população de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. paranaensis* nas raízes do cafeeiro, variedade MGS Paraíso 2 entre as duas épocas de avaliação. Aos 90 e 120 DAI os tratamentos 6 (0,2 l ha<sup>-1</sup> Netmat + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Pardella + 10 l ha<sup>-1</sup> NemaPlus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss) e 5 (0,2 l ha<sup>-1</sup> BN45.001/19 + 0,1 kg ha<sup>-1</sup> Ecotrich + 10 l ha<sup>-1</sup> NemaPlus + 0,5 l ha<sup>-1</sup> Moss) apresentaram os menores números de ovos e juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne paranaensis* em relação aos demais tratamentos aos 90 DAI e menores médias aos 120 DAI em relação ao Controle.

O fungicida microbiológico Pardella é composto de isolados de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* e *Bacillus amyloliquefaciens* na forma de grânulos dispersíveis (WG). Enquanto o Nemat é um bionematicida à base de *Paecilomyces lilacinus* em formulação de pó molhável (WP). Seu modo de ação está na colonização das fêmeas sedentárias, reduzindo a população e a capacidade reprodutiva desses nematoides (BALLAGRO, 2018).

Ferreira et al. (2017), avaliaram aos 100 e 150 DAI o efeito de diferentes espécies de *Bacillus* no controle de espécies de *Meloidogyne* e no desenvolvimento de plantas de cana-de-açúcar (altura da parte aérea, massa fresca das partes aéreas, massa fresca das raízes, o número de perfilhos e o número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2) nas raízes das plantas). Concluíram que todos os tratamentos promoveram o aumento o número de perfilhos, mas não controlaram os nematoides.

Cadioli et al. (2009), avaliaram a eficiência de 10 isolados de *Paecilomyces lilacinus* no controle de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Icatú), em casa-de-vegetação. Os autores concluíram que os isolados promoveram o crescimento dos cafeeiros, reduziram a população de ovos no sistema radicular e reduziram as malformações causadas por *M. paranaensis* nas raízes. Entretanto, alguns dos isolados (PAE 03, PAE 10, PAE 12 e PAE 13) favoreceram o crescimento das plantas, mas reduziram a massa fresca do sistema radicular.

Krzyzanowski et al. (2011), objetivaram o uso dos fungos nematófagos (*Arthrobotrys oligospora*, *A. musiformis*, *Paecilomyces lilacinus* e *Trichoderma sp.*) para controle de *M. paranaensis*. Promoveu uma maior redução populacional dos nematoides com a utilização desse mix de fungos na presença de fungos nematófagos que parasita ovos (*Paecilomyces lilacinus*), e fungos que capturam os juvenis do solo (*Arthrobotrys oligospora*, *A. Musiformis*), colaborando com os presentes resultados.

## Conclusões

O uso do princípio ativo Fluensulfone influenciou negativamente os resultados obtidos no acúmulo de massa e controle do número de ovos e juvenis de 2º estágio.

O uso de *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis* (BNF2021/01) + *Trichoderma harzianum* (Ecotrich) + Nemaplus® + Moss®; *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis* (BNF2021/03) + *Trichoderma harzianum* (Ecotrich) + Nemaplus® + Moss®; e *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* (BN45.001/19) + *Trichoderma harzianum* (Ecotrich) + Nemaplus® + Moss®, mostraram-se eficientes no controle de nematoides, apresentando-se como uma alternativa no controle de nematoides, e pela sua característica nematicida, além de não interferirem no acúmulo de massa fresca das raízes e massa seca de parte aérea em mudas de café MGS Paraíso 2 inoculadas com *Meloidogyne exigua* e *Meloidogyne paranaensis*.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, e por me ajudar em todos os contratemplos no decorrer do meu curso.

Aos meus pais, Marcelo Henrique Cassemiro e Janiele Rodrigues Gonzaga Cassemiro, que são minhas maiores inspirações, pelo amparo financeiro e sentimental desde o início.

Aos meus irmãos Guilherme Henrique Cassemiro e Barbara Gabriely Gonzaga Cassemiro, que são as minhas maiores riquezas.

Aos meus avós Joana Darc e José do Carmo pela força, felicidade e apoio.

Ao meu namorado Anthony Paulo David Barata por todo companheirismo e incentivo.

Aos Meus amigos Paulo César Moreira França e Estevão Dias Cunha, sem eles esse sonho seria impossível.

Á todos os meus amigos que sempre estiveram comigo.

Por fim, agradeço à minha orientadora Dr<sup>a</sup> Maria Amelia dos Santos pela paciência, compreensão e todo conhecimento passado.

## Literatura citada

ABD-ELGAWAD, M. M. M.; ASKARY, T. H. Factors affecting success of biological agents used in controlling the plant-parasitic nematodes. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, v. 30, n. 1, p. 1-11, 2020.

AVELINO, A. C. D.; DE FARIA, D. A.; DE OLIVEIRA, L. D.; CERVO, Y. N.; CONTRERAS FILHO, A. S.; FARINHA, M. A.; RODRIGUES, J. Fungi associated with major agricultural and forage crops in integrated systems of Brazilian tropical regions. *J Exp Agric Int*, v. 39, p. 1-13, 2019.

BALLAGRO AGRO TECNOLOGIA. *Nemat. Segurança na raiz da produtividade*. 2018. Disponível em: <https://ballagro.com.br/produtos/biologicos/nemat/>. Acesso em: 26 dez.2022.

BRUM, R. B. C. S. Efeito de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos mestrado em produção vegetal. Campus Universitário de Gurupi. Universidade Federal do Tocantins (UFT), 2012. Disponível no site <<http://www.site.uft.edu.br/producaovegetal/dissertacoes/R%C3%9ABIA%20BORGES%2CRUZ%20SARMENTO%20BRUM.pdf>> Acesso em: 26 de outubro de 2022.

CABRERA-HIDALGO, A. J.; MOCTEZUMA, E. V.; MENDOZA, N. M. Efecto del fluensulfone sobre la movilidad in vitro, y la reproducción y agallamiento de *nacobbus aberrans* en microparcels. *Nematropica*, v. 45, n. 1, p. 59-71, 2015.

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

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra*

*brasileira de café*. Brasília, v. 9, - Safra 2022, n. 3 – Terceiro Levantamento, p. 1-65, 2022.

FERNANDES, A. L. T.; FERREIRA, R. T.; MOSCA, E.; TAVARES, T. O.; GUIMARÃES, F. S.; LEMOS, L.; ALVES, L.; ALVES, H. Performance do Nimitz aplicado via gotejamento no controle de nematoides no cafeeiro - 3 safras. In: *44º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, Franca, CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 44., 2018, Franca. Anais... Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2018.

FERRÃO R. G.; FONSECA A. F. A.; FERRÃO M. A. G., MUNER L. H. *Café Conilon*. 2º edição. Atualizada e ampliada. 2a reimpressão - Vitória, ES, Incaper, 2017, 783 p.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira De Biometria*, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Disponível em: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

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*, v. 47, n. 2, p. 106-113, 2017.

GIEHL, J.; REINIGER, L. R. S.; FRUET, S. F. T.; DA SILVA, B. R.; SWAROWSKY, A. Efeito de *Trichoderma* spp. no cultivo de feijoeiro comum em condições de campo sobestresse por nematoides. *Cadernos de Agroecologia*, v. 10, n. 3, 2016.

KRZYZANOWSKI, A. A.; BALOTA, E. L.; MARIANOWSKI, T.; SILVA, S.

A.; DORIGO, O. F.; GARDIANO, C. G. Efeito de isolados de *Paecilomyces lilacinus* no desenvolvimento de cafezais e na população de *Meloidogyne paranaenses*. *Anais. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2011*.

*Macrophomina phaseolina* e promoção do crescimento da cultura do girassol com o uso de *Trichoderma* sp. e rizobactérias. *Ipê Agronomic Journal*, V.5 N.1, 2021. DOI: 10.37951/2595-6906.2021v5i1.6544

MARQUES, B. N.; KOBAYASTI, L.; DE OLIVEIRA ARIEIRA, G.; FARIA, D. A.; AVELINO, A. C. D.; DE ABREU, J. G.; TERZI, B. G. Nematodes associated to tropical forages in pasture areas. *Journal of Experimental Agriculture International*, p. 1-10, 2019.

MATIELLO, J. B. *Ciclo Bienal de produção de café no Brasil*. Revista do Café, ano 89, n.833, 2010. Disponível em: <http://www.cccrj.com.br/revista/833/10.htm>. Acesso em: de novembro de 2022.

SILVA, N. P.; FILIPPI, M. C. C.; GONÇALVES, F. J.; SOUZA, A. C. A. Biocontrole de

TALWANA, H.; SIBANDA, Z.; WANJOHI, W.; KIMENJU, W.; LUAMBANO-NYONI, N.; MASSAWE, C.; MANZANILLA-LÓPEZ, R. H.; DAVIES, K. G.; HUNT, D. J.; SIKORA, R. A.; COYNE, D. L.; GOWEN, S. R.; KERRY, B. R. Agricultural nematology in East and Southern Africa: problems, management strategies and stakeholder linkages. *Pest Management Science*, v. 72, n. 2, p. 226-245, 2016.

TANNURI, Luciano Abi Rached. *Uso do ácido salicílico no manejo de doenças foliares e da meloidoginose do cafeeiro*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa – Campus de Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, 2018.

VILLAIN L.; LIMA, S. S. M.; TRINH P. Q. Nematode parasites of coffee and cocoa. *In: SIKORA R. A.; COYNE D.; HALLMANN J.; TIMPER P. (Eds.). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Wallingford: CABI, p. 536-583, 2018.*

VILLAIN, L.; SARAH, J. L.; HERNÁNDEZ, A.; BERTRAND, B.; ANTHONY, F.; LASHERMES, P.; CARNEIRO, R. M. D. G. Diversity of root-knot nematodes parasitizing coffee in central america. *Nematropica*, v. 43, n. 2, p. 194-206, 2013.

YADAV, Usha. Recent trends in nematode management practices: the Indian context. *International Research Journal of Engineering and Technology*, v. 12, p. 482-489, 2017.