

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Manejo de *Meloidogyne incognita* na cultura da batata com o uso de controle  
químico e biológico**

João Pedro Gomes da Costa  
*Magister Scientiae*

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2024**

**JOÃO PEDRO GOMES DA COSTA**

**Manejo de *Meloidogyne incognita* na cultura da batata com o uso de controle químico e biológico**

Dissertação Mestrado Profissional apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal (Profissionalizante), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Wânia dos Santos Neves

Coorientador: Fernando J. Sanhueza Salas

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

C837m  
2024  
Costa, João Pedro Gomes da, 1996-  
Manejo de *Meloidogyne incognita* na cultura da batata com  
o uso do controle químico e biológico / João Pedro Gomes da  
Costa. – Viçosa, MG, 2024.  
1 dissertação eletrônica (23 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Wânia dos Santos Neves.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Entomologia, 2024.

Referências bibliográficas: f. 21-23.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.794>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Batata - Doenças e pragas - Controle. 2. Nematoda.  
3. Nematicidas. I. Neves, Wânia dos Santos, 1973-.  
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária  
Vegetal. III. Título.

CDD 22. ed. 635.21995

**JOÃO PEDRO GOMES DA COSTA**

**Manejo de *Meloidogyne incognita* na cultura da batata com o uso de controle químico e biológico**

Dissertação Mestrado Profissional apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal (Profissionalizante), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 4 de junho de 2024.

Assentimento:

---

João Pedro Gomes da Costa  
Autor

---

Wânia dos Santos Neves  
Orientador

Essa dissertação mestrado profissional foi assinada digitalmente pelo autor em 15/12/2024 às 12:05:23 e pelo orientador em 16/12/2024 às 23:09:54. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **7MFA.PR1L.BBRC** e clique no botão 'Validar documento'.

Aos meus pais, irmãos e esposa.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A Deus.

Aos meus pais.

A minha esposa Isadora Picone Andrade da Costa por todo o apoio nesse momento.

A minha orientadora professora Wânia dos Santos Neves, e meu coorientador Fernando Javier Sanhueza Salas, por todo o apoio na condução do trabalho.

Ao meu estagiário Mateus Antonio Barzan Soares pelo apoio na condução do ensaio.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

A empresa Alpha Agrotec por ceder os defensivos biológicos isolados para a tese.

## RESUMO

COSTA, João Pedro Gomes da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2024. **Manejo de *Meloidogyne incognita* na cultura da batata com o uso de controle químico e biológico.** Orientador: Wânia dos Santos Neves. Coorientador: Fernando Javier Sanhueza Salas.

A batata possui grande importância econômica e alimentar em todo o mundo. Desta forma como outras culturas de importância econômica as plantas de batata são atacadas por diversos patógenos causadores de doenças. Os nematoides atacam a cultura e causam grandes prejuízos aos produtores rurais. Uma vez introduzidos na área a erradicação dos nematoides é muito difícil podendo ser utilizados diferentes métodos de controle para seu manejo. É fundamental o controle de fitonematoídeos para o plantio da batata com a busca de métodos de manejo e utilizando formas mais eficazes, que interfiram o menos possível no meio ambiente. Por isso, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar o melhor método de controle, com a utilização de produtos químicos e biológicos, para o fitonematoídeo *Meloidogyne incognita* na cultura da batata ao longo de seu ciclo de crescimento, bem como avaliar os parâmetros produtivos da cultura com o uso dos diferentes tratamentos. O trabalho foi realizado na região de Vargem Grande do Sul no Estado de São Paulo, localidade em que a cultura da batata possui grande importância devido a sua extensa área de cultivo. Todo o experimento foi monitorado e, de acordo com a necessidade, foi feito o controle de pragas e doenças de parte aérea. A aplicação dos nematicidas e dos agentes de controle biológicos foi realizada no momento do plantio. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados com dez repetições, os tratamentos testados foram testemunha sem nematoídeo, testemunha com nematoídeo, Fluensulfona, Fluensulfona + *Bacillus subtilis*, Fluensulfona + *Paecilomyces lilacinus*, Fluensulfona + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*, Fluopiran, Fluopiran + *Bacillus subtilis*, Fluopiran + *Paecilomyces lilacinus*, Fluopiran + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus subtilis*, *Paecilomyces lilacinus* e *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*.

Palavras-chave: batata; *meloidogyne incognita*; *bacillus*; *paecilomyces*; *nematicidas*

## ABSTRACT

COSTA, João Pedro Gomes da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2024. **Management of *Meloidogyne incognita* in potato crops using chemical and biological control.** Adviser: Wânia dos Santos Neves. Co-adviser: Fernando Javier Sanhueza Salas.

Potato, a crop of significant economic and dietary importance worldwide, faces various challenges, including diseases caused by nematodes. These microscopic parasitic worms can cause substantial yield losses, affecting food security and farmers' income. Nematodes are microscopic parasitic worms that attack potato plants, causing significant economic losses to farmers worldwide. Once introduced into an area, their eradication is challenging, necessitating effective management strategies to minimize their impact on potato production. It is essential to control phytonematodes for potato planting by searching for management methods and using them so that interfere the least with the environment. Therefore, the objective of this work is to evaluate the best control method, using chemical and biological products, for the phytonematode *Meloidogyne incognita* in potato crops throughout its growth cycle, as well as evaluate the productive parameters in comparison with different treatments of chemical and biological nematicides. The work will take place in Vargem Grande do Sul's region in the State of São Paulo, a location where potato cultivation is of great importance due to its extensive cultivation area. The entire experiment was go through monitoring and, as necessary, pest and disease control was be carried out. The application of nematicides and biological control agents was be conducted at the time of planting. A randomized block design with ten replications wias be used to ensure that the best possible result is obtained. The treatments tested was be controlled without nematode, controlled with the nematode, Fluensulfone, Fluensulfone + *Bacillus subtilis*, Fluensulfone + *Paecilomyces lilacinus*, Fluensulfone + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*, Fluopiran, Fluopiran+ *Bacillus subtilis*, Fluopiran + *Paecilomyces lilacinus*, Fluopiran + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus subtilis*, *Paecilomyces lilacinus* and *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*.

Keywords: potato; *meloidogyne incognita*; ; *bacillus*; ; *paecilomyces*; nematicides

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	8
2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4.	CONCLUSÕES.....	20
	REFERÊNCIAS.....	21

## 1. INTRODUÇÃO

Originária dos altiplanos andinos próximos à linha do Equador e da região sul do Chile, a batata (*Solanum tuberosum* L.) é cultivada em uma ampla faixa geográfica, que se estende desde regiões com latitudes de 65° N até 50° S e altitudes de até 4.000 metros (Bradshaw et al., 2006). A batata é adaptável tanto às condições de dias longos, típicas da primavera-verão em regiões temperadas, quanto aos dias curtos encontrados no outono-inverno em regiões tropicais. As variedades cultivadas no Brasil, desenvolvidas na Europa e na América do Norte, foram adaptadas para dias longos, mas cada uma apresenta adaptações específicas para diferentes condições de cultivo, assim como diferenças nas características dos tubérculos (Sorato et al, 2020).

O cultivo da batata é representado principalmente pela espécie *Solanum tuberosum*, que evoluiu inicialmente na forma de *S. tuberosum* subsp. *andigena*, adaptada à tuberização sob dias curtos e ciclo longo. Após sua introdução na Europa no século XVI, uma região com dias longos, foi necessário aprimorar sua capacidade de tuberização por meio de seleção recorrente, resultando na subespécie *tuberosum*. Nas diversas regiões onde é cultivada, incluindo o Brasil, a batata tem um ciclo longo, e as datas de plantio e colheita são definidas pelas geadas de primavera e outono. No Brasil, o ciclo vegetativo varia de 90 a 120 dias e o plantio pode ser realizado durante todo o ano, exceto em períodos de temperaturas noturnas acima de 20 °C e em solos propensos ao encharcamento (Aguiar et al, 2014).

O plantio da batata é viável em qualquer época do ano, desde que sejam consideradas as restrições quanto a amplitude térmica e à suscetibilidade dos solos ao encharcamento, especialmente com o advento da irrigação via pivô, aspersão e gotejamento que reduziu a dependência das chuvas. Diferentes cultivares apresentam exigências específicas, como a Ágata, que não é adequada para locais com precipitações elevadas, e a Asterix, que não tolera altas temperaturas. Para otimizar a produtividade, recomenda-se o uso de tubérculos-semente com massas variando de 15 g a 150 g, ajustando o calibre, conforme estágios fisiológicos para garantir uma densidade populacional uniforme. Além disso, na preparação do solo, é preferível realizar o plantio em nível em áreas com declividade elevada para evitar erosão, e sob pivô central. É essencial corrigir a compactação do solo para evitar problemas de

propagação de doenças e redução na absorção de nutrientes pelas plantas (Aguiar et al, 2014)

Fundamental para uma dieta global, a batata é uma excelente fonte de carboidratos, fornecendo energia essencial. Além disso, este tubérculo é rico em diversos micronutrientes, como vitaminas do complexo B, vitamina C, ácido fólico, potássio, fósforo e magnésio. A batata desempenha um papel crucial na cadeia alimentar mundial, promovendo a segurança alimentar e combatendo a pobreza. A produção sustentável de batata é fundamental para os quatro pilares da segurança alimentar: disponibilidade, acesso, utilização e estabilidade. Com sua vasta diversidade genética, seu cultivo difundido e sua popularidade, a pesquisa e inovação na área da batata têm o potencial de contribuição de sistemas agroalimentares sustentáveis, contribuindo para a erradicação da fome e a realização dos “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”, incluindo a meta de “Fome Zero” (FAO, 2024).

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é o terceiro alimento mais consumido no mundo, ficando atrás apenas do arroz e do trigo (ONU, 2008). Embora o milho seja considerado o terceiro alimento mais importante, ao contrário da batata, ele possui diversos usos, não se limitando apenas à alimentação humana, mas também sendo utilizado como alimento animal e fonte de energia (Schwartzminn, 2010). No Brasil, a batata é a principal hortaliça cultivada, com uma produção anual de aproximadamente 3,5 milhões de toneladas em uma área de 130 mil hectares. Isso resulta em uma média de 26,9 toneladas por hectare (EMBRAPA Hortaliças, 2023).

O tubérculo, um caule modificado, é o produto final da batata e tem a função de armazenar reservas. De acordo com Koda & Okazawa (1988), durante o processo de tuberização, o crescimento longitudinal do estolho é interrompido e ocorrem mudanças na divisão celular da região subapical. Essas etapas são influenciadas por diversos fatores, como condições ambientais, hormonais e, especialmente, nutricionais.

Os nematoides pertencem ao filo Nematoda, sendo um filo com diversas espécies além de se estimar que os nematoides correspondem a cerca de 90% dos organismos pluricelulares, além de viverem em diversos habitats (Salas & Tofoli, 2017). Apesar da sua importância, as plantações de batata enfrentam uma séria ameaça causada pela presença simultânea dos nematoides *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* nos solos. Esses nematoides causam danos significativos às raízes das plantas, resultando em deformações e galhas nos tubérculos. Essas condições

comprometem a qualidade das batatas destinadas à venda e seu consumo in natura, podendo levar a perdas de produtividade de até 100% se medidas de controle eficazes não forem implementadas (Charchar, 1981; Charchar e Vieira, 1994; Charchar, 1995; Charchar e Moita, 1997).

A alta prevalência dos nematoides *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* em regiões com ampla variabilidade de temperatura do solo (entre 18°C e 32°C) se deve à sua impressionante capacidade de reprodução nesses ambientes. Essa adaptabilidade demonstra sua resiliência e proliferação em diversos cenários, tornando-os colonizadores bem-sucedidos em diferentes habitats (Charchar, 2001). No entanto, tais perdas podem variar de acordo com a espécie do nematoide presente no patossistema, os níveis populacionais do patógeno, a suscetibilidade do genótipo plantado e também a estação do ano. (SILVA; SANTOS, 2007). As infecções por nematoides do gênero *Meloidogyne* causam deformidades nos tubérculos de batata, impactando negativamente sua qualidade comercial e consumo. Essas deformações se manifestam como galhas de diversas formas e tamanhos, podendo ser isoladas ou coalescentes, ou seja, agrupadas em conjuntos (Charchar & Vieira, 1994; Charchar & Moita, 1997).

Também foi observado que *M. javanica* demonstrou uma capacidade mais rápida de ocupar os sítios de alimentação em raízes e tubérculos de batata em comparação com *M. incognita*. As galhas nos tubérculos, causadas pelo ataque de *M. javanica*, foram maiores, mais proeminentes e menos propensas a se fundirem do que aquelas provocadas por *M. incognita* (Charchar & Moita, 1997).

O manejo de nematoides é uma operação difícil, pois com temperatura e umidade ideal eles se multiplicam intensamente, além do que são organismos que vivem no solo, o que torna difícil o controle por defensivos agrícolas, ou até substâncias tóxicas produzidas por organismos antagônicos, pois o solo dificulta o contato com os nematoides, além do uso intensivo das áreas que as hortaliças, que chegam a fazer até três culturas no local como a batata são cultivadas, proporcionando um ambiente propício para os nematoides (Pinheiro et al; 2019). Para o melhor controle desses fitonematoides, é necessário não somente a adoção de um único método de controle, e sim o manejo com a integração de várias medidas de controle. O manejo integrado de pragas é um método que utiliza de várias ferramentas que visam as questões ambientais e sócio econômicas. Dentre as ferramentas utilizadas para o manejo integrado de pragas estão o uso de batata semente de

qualidade, a rotação de culturas visando a utilização de culturas não hospedeiras e antagonistas, o controle químico e o controle biológico (Salas & Tofoli, 2017).

O uso de bactérias como *Bacillus subtilis* no controle de nematoides, proporcionou aumento significativo na produtividade de batata e teve um efeito significativo no controle do nematoide *Meloidogyne incognita*, mostrando ser um importante método a ser adotado em seu manejo, além de não causar nenhum dano posterior ao meio ambiente com resíduos no solo (Silveira et al; 2022). Segundo Youssef et al. (2020), o fungo *Paecilomyces lilacinus* causou a morte de 95% de ovos e juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne*, o que fez com que a produtividade aumentasse a produção de feijão caupi.

Outra estratégia utilizada é o controle químico, que consiste na aplicação de nematicidas. Esses produtos químicos são eficazes no combate aos nematoides, mas apresentam alta toxicidade ao homem, a animais, causando danos ambientais e deixando resíduos nos tubérculos e no solo. Essa contaminação por resíduos químicos representa um desafio adicional na produção de batata, pois afeta a segurança alimentar e sua aceitação pelos consumidores (Charchar, 1995; Charchar et al., 2003). O uso do nematicida Fluensulfona reduziu a população de nematoides a níveis muito baixos, podendo zerar sua população de no cultivo de batateira, porém seu uso também pode diminuir a produtividade da cultura (Silveira et al; 2022). Quando o produto Fluopiran foi aplicado para o controle de *Meloidogyne incognita* houve redução da população de nematoides, além diminuir as galhas nas raízes (Spinks et al, 2020).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Água Santa no município de Casa Branca – SP. Os tubérculos de batata Agata foram plantados no dia 17 de novembro de 2023, em vasos com substrato composto por uma mistura de areia e solo argilosos na proporção de 4:1. No dia 07 de dezembro de 2023 o substrato de cada vaso foi infestado com 5000 ovos de *Meloidogyne incognita*. As amostras de *M. incognita* raça 3 foram coletadas a partir das raízes de tomateiro Santa Cruz Kada advindos de Jaboticabal – SP do laboratório de nematologia. Esses nematoides foram previamente identificado utilizando-se, primeiramente, análise do padrão perineal, seguindo o protocolo descrito por Taylor & Netscher (1974). Além disso, a morfologia da região labial dos machos foi observada com o auxílio de um microscópio fotônico, conforme

descrito por Eisenback et al. (1981). Por fim, foi realizada a fenotipagem isoenzimática para esterase Esbshade & Triantaphyllou (1990), utilizando o sistema tradicional de eletroforese vertical descrito por Mini Protean II da BIO-RAD.

Cada tratamento foi constituído de dez repetições, com vasos de 9 litros e o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso. Os tratamentos, apresentados na tabela 1, foram: 1) testemunha sem nematoide, 2) testemunha com nematoide, 3) Fluensulfona, 4) Fluensulfona + *Bacillus subtilis*, 5) Fluensulfona + *Paecilomyces lilacinus*, 6) Fluensulfona + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*, 7) Fluopiran, 8) Fluopiran+ *Bacillus subtilis*, 9) Fluopiran + *Paecilomyces lilacinus*, 10) Fluopiran + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*, 11) *Bacillus subtilis*, 12) *Paecilomyces lilacinus* e 13) *Paecilomyces lilacinus* + *Bacillus subtilis*.

Tabela 1. Tratamentos e doses utilizadas.

Tratamentos	Dose dos Produtos em litros por hectare (L/ha)	
T1	Testemunha sem nematoide	-
T2	Testemunha com nematoide	-
T3	Fluensulfona	Fluensulfona 2 l/ha
T4	Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i>	Fluensulfona 2 l/ha + <i>Bacillus subtilis</i> 1 L/ha
T5	Fluensulfona + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Fluensulfona 2 l/ha + <i>Paecilomyces lilacinus</i> 0,5 L/ha
T6	Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Fluensulfona 2 l/ha + <i>Paecilomyces lilacinus</i> 0,5 L/ha + <i>Bacillus subtilis</i> 1 L/ha
T7	Fluopiran	Fluopiran 1 L/ha
T8	Fluopiran+ <i>Bacillus subtilis</i>	Fluopiran 1 L/ha + <i>Bacillus subtilis</i> 1 L/ha
T9	Fluopiran + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Fluopiran 1 L/ha + <i>Paecilomyces lilacinus</i> 0,5 L/ha
T10	Fluopiran + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Fluopiran 1 L/ha + <i>Paecilomyces lilacinus</i> 0,5 L/ha + <i>Bacillus subtilis</i> 1 L/ha
T11	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus subtilis</i> 1 L/ha
T12	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Paecilomyces lilacinus</i> 0,5 L/ha
T13	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Paecilomyces lilacinus</i> 0,5 L/ha + <i>Bacillus subtilis</i> 1 L/ha



Figura 1. Distribuição dos vasos em blocos ao acaso



Figura 2. Imagens do plantio



Figura 3. Inoculação e implantação dos tratamentos.

No dia 27 de fevereiro de 2024, foram colhidos os experimentos e os tubérculos e as raízes de cada planta foram submetidas à extração pelo método de Hussey & Barker (1973) no laboratório de nematologia da Unesp, em que as raízes são trituradas no liquidificador, depois passadas em peneira de 60 mesh sobre outra de

500 mesh. A suspensão com os nematoides foi recolhida com auxílio de uma piseta e colocada em tubos de plástico. Depois foi adicionado sacarose a 45% em cada tubo posteriormente levado à centrífuga a uma rotação de 1750 rpm. Após a centrifugação a suspensão novamente foi lavada para retirada da sacarose em peneira de 500 mesh e colocadas em tubos de ensaio, as amostras foram colocadas em câmara de Peters para a contagem dos nematoides com o auxílio de microscópio estereoscópico. Em todas as repetições foram medidas tamanho de parte aérea, tamanho de raiz, e peso de tubérculos.

Para avaliação da eficiência dos defensivos aplicados foi levado em consideração como critério de classificação o Fator de Reprodução (FR) do nematoide que foi determinado através da relação entre a população final (Pf) e a população inicial (Pi), conforme a seguinte fórmula:  $FR = Pf/Pi$ , sendo a população final a população extraída, e a população inicial a inoculada. O valor de  $FR > 1$  significa que ocorreu a reprodução do nematoide e  $FR < 1$  que não ocorreu controle do nematoide.

Os dados de média da população e do fator de reprodução foram transformados para raiz ( $x+5$ ) e submetidos à análise de variância. Nas tabelas, no entanto, são apresentadas as médias sem transformação para facilitar a interpretação. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade na análise de variância, pelo software estatístico AgroEstat (Barbosa & Maldonado Júnior, 2015).



Figura 4. Colheita e amostragem

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme demonstrado na tabela 2, não houve diferença entre os tratamentos para o tamanho de parte aérea das plantas de batata. Também não houve diferença estatística entre os tratamentos em relação ao tamanho das raízes (Tabela 3).

Tabela 2 – Tamanho médio de parte aérea (cm) de plantas de batatas de acordo com os diferentes tratamentos utilizados

Tratamento	Parte Aérea
Testemunha sem nematoide	42,12 a
Testemunha com nematoide inoculada	37,25 a
Fluensulfona	44,25 a
Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i>	31,25 a
Fluensulfona + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	47,87 a
Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	42,00 a
Fluopiran	20,75 a
Fluopiran+ <i>Bacillus subtilis</i>	36,00 a
Fluopiran + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	23,12 a
Fluopiran + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	29,75 a
<i>Bacillus subtilis</i>	34,37 a
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	32,62 a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	14,00 a
Fator F	2,03 <sup>NS</sup>
CV%	25,44

Os tratamentos foram submetidos ao método estatístico de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Tamanho médio de raiz (cm) de batateira submetido aos tratamentos e inoculação de *Meloidogyne incognita*.

Tratamento	Raiz
1 Testemunha sem nematoide	29,75 a
2 Testemunha com nematoide inoculada	23,87 a
3 Fluensulfona	23,00 a
4 Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i>	23,62 a
5 Fluensulfona + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	29,87 a
6 Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	22,00 a
7 Fluopiran	17,50 a
8 Fluopiran+ <i>Bacillus subtilis</i>	33,87 a
9 Fluopiran + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	21,62 a
10 Fluopiran + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	26,62 a
11 <i>Bacillus subtilis</i>	22,50 a
12 <i>Paecilomyces lilacinus</i>	19,87 a
13 <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	19,87 a
Fator F	1,23 <sup>NS</sup>
CV%	17,64

Os tratamentos foram submetidos ao método estatístico de Tukey a 5% de probabilidade.

Para Al Hazmia et al (2019) foram testados o uso de *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum* e ácido húmico no controle de *Meloidogyne javanica* em tomate, no teste o uso de *Trichoderma harzianum* e *Paecilomyces lilacinus* suprimiram a eclosão de ovos de *Meloidogyne javanica*, conseqüentemente foram efetivos no controle do nematoide porém tanto para a parte aérea quanto para tamanho do sistema radicular os resultados foram inconclusivos.

Na tabela 4 pode ser observado que o peso dos tubérculos não difere entre os tratamentos. Neto e Pontes (2019) testaram o uso de Fluopyram em diferentes doses e combinações, com produtos a base de *Bacillus subtilis* e Penicuron e uso isolado do casudofós no controle de *Meloidogyne javanica* na cultura da batata, na colheita não foi possível considerar diferença de número de tubérculos entre os tratamentos utilizados.

Tabela 4 – Peso (g) médio de tubérculos de planta de batata submetidos a diferentes tratamentos

Tratamento	Peso de tubérculos (g)
Testemunha sem nematoide	92,37 a
Testemunha com nematoidenha inoculada	75,50 a
Fluensulfona	126,25 a
Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i>	79,25 a
Fluensulfona + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	66,12 a
Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	103,87 a
Fluopiran	68,12 a
Fluopiran+ <i>Bacillus subtilis</i>	101,62 a
Fluopiran + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	79,87 a
Fluopiran + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	90,87 a
<i>Bacillus subtilis</i>	99,87 a
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	59,37 a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	129,37 a
Fator F	1,31 <sup>NS</sup>
CV%	15,84

Os tratamentos foram submetidos ao método estatístico de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5 – População final e fator de reprodução (FR) do nematoide *M. incognita* extraído de raízes de plantas de batata, submetidos a diferentes tratamentos.

Tratamento	População Final	FR
Testemunha sem nematoide	0,00 e	0,000 c
Testemunha com nematoide inoculada	10500,76 a	2,100 a
Fluensulfona	101,60 de	0,020 c
Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i>	44,13 de	0,008 c
Fluensulfona + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	28,38 e	0,005 c
Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	96,62 de	0,019 c
Fluopiran	149,38 de	0,029 c
Fluopiran + <i>Bacillus subtilis</i>	415,83 cd	0,083 bc
Fluopiran + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	57,08 de	0,011 c
Fluopiran + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	96,03 de	0,019 c
<i>Bacillus subtilis</i>	876,72 bc	0,175 bc
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	1514,20 b	0,300 b
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	204,98 de	0,040 c
Fator F	93,39**	100,87**
CV%	43,36	1,60

Os tratamentos foram submetidos ao método estatístico de Tukey a 5% de probabilidade, os dados foram transformados raiz (x+5) e submetidos à análise de variância.

A partir dos dados da população final e do fator de reprodução do nematoide *M. incognita* apresentados na tabela 5, observa-se que o uso de *Paecilomyces lilacinus* foi eficiente no controle de *Meloidogyne incognita*, reduzindo em 86% a população final dos nematoides quando comparado à testemunha com nematoide. No trabalho realizado por Youssef et al (2020), o trabalho foi realizado em estufa e em feijão caupi aonde foi aplicado uma concentração de  $10^8$  conídios viáveis, aonde o uso de *Paecilomyces lilacinus* reduziu em 75% a multiplicação de ovos e juvenis (J2) de *Meloidogyne incognita*. As plantas de batata tratadas com *Bacillus subtilis* apresentaram população final do nematoide 91% menor que a apresentada pela testemunha com nematoide. Para Silveira et al (2022) o uso de *Bacillus* suprimiu drasticamente a população do nematoide *Meloidogyne incognita* na cultura da batata, reduzindo em 86%, o experimento foi conduzido em casa de vegetação, aonde em cada vaso com a cultura da batata foram aplicados 5000 ovos de *Meloidogyne incognita*, aonde foram utilizados sete tratamentos biológicos para o controle do nematoide, a dose de *Bacillus* spp. utilizada foi de 1 L/ha.

Os nematicidas Fluopiran e Fluensulfona controlaram de forma efetiva os nematoides, o Fluopiran controlou 98,5% a maior população dos nematoides em relação à testemunha com nematoide. O produto Fluopiran foi eficiente em controlar

o nematoide *Meloidogyne incognita* (Neto & Pontes, 2019) o Fluopiran foi eficiente no controle de *Meloidogyne javanica*, a dose mais eficiente foi a de 500 g de ingrediente ativo por há, reduzindo em 64 % o a população de J2. Já para Fluensulfona ocorreu uma redução de 99% da população de nematoides em relação à testemunha com nematoide. Para Ferreira et al (2019) o controle com fluensulfona também foi eficiente no manejo do nematoide, reduzindo em 8% a população de *Meloidogyne sp* quando comparados aos tratamentos em que foram plantados crotalaria e milheto na área infestada no cultivo de crotalaria, milheto e soja tratada com fluensulfona na semente, porém foi uma área com plantios consecutivos por 10 anos de hortaliças.

O tratamento Fluopiran+ *Bacillus subtilis* reduziu em 96% a população do nematoide em relação à testemunha com nematoide, o tratamento *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus* reduziu em 98%, os tratamentos Fluensulfona + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*, Fluopiran + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*, Fluopiran + *Paecilomyces lilacinus*, Fluensulfona + *Bacillus subtilis* e Fluensulfona + *Paecilomyces lilacinus* reduziram a população de nematoides em 99%, mostrando que a união dos nematicidas químicos e biológicos obtiveram melhor êxito no controle de *Meloidogyne incognita*, Além que a união dos nematicidas biológicos se compararam ao uso dos defensivos químicos unidos aos biológicos o que mostra que eles tem um grande potencial unidos no controle dos nematoides *Meloidogyne incognita*. O uso do *Bacillus* unido ao Fluopiran, e uso do *Bacillus* obtiveram praticamente o mesmo nível de controle, mostrando o grande potencial da bactéria no controle dos nematoides. Estatisticamente vemos que os tratamentos biológicos de forma separada não diferenciaram estatisticamente entre si. O mesmo foi observado por Neto e Pontes (2019), em que o uso de nematicidas químicos em conjunto com o tratamento biológico obtiveram o melhor controle dos nematoides, o experimento teve como objetivo avaliar em condições de campo, uso dos defensivos químicos Fluopyran (375 e 500 g de ingrediente ativo por ha) e Pencicuron (1 g de ingrediente ativo por ha) associados aos produtos biológico com diferentes doses de *Bacillus subtilis* ( 54,72 e 541,04 g de ingrediente ativo por ha), na cultura da batata, Aonde o uso do Fluopyran com dose de 500 g de ingrediente ativo/ha + *Bacillus Subtilis* dose de 54,72 g de ingrediente ativo reduziu em 64% o número de j2 na cultura da batata. Em relação ao fator de reprodução do nematoide, observa-se que somente a testemunha inoculada obteve o  $FR > 1$ , os demais tratamentos obtiveram  $FR < 1$ , o que significa que ocorreu controle em relação à taxa de reprodução do nematoide.

**Tabela 6** – População final do nematoide *M. incognita* extraído de raízes de plantas de batata, submetidos a diferentes tratamentos analisados em fatorial.

TRATAMENTO	População final de <i>Meloidogyne sp.</i>
Testemunha sem nematoide	0.00 c
Testemunha com nematoide inoculada	10500.76 a
Fluensulfona	96.04 c
Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i>	44.13 c
Fluensulfona + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	28.38 c
Fluensulfona + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	96.62 c
Fluopiran	149.38 c
Fluopiran + <i>Bacillus subtilis</i>	415.83 c
Fluopiran + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	57.80 c
Fluopiran + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	101.60 c
<i>Bacillus subtilis</i>	876.72 b
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	1514.20 b
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Paecilomyces lilacinus</i>	204.98 c

Houve efeito significativo na avaliação dos efeitos individuais da aplicação dos tratamentos químicos, do *Bacillus subtilis* e *Paecilomyces lilacinus*. Como para o *Bacillus subtilis* e *Paecilomyces lilacinus* possuem apenas 1 grau de liberdade, apenas pela anova é possível concluir que a aplicação deles tem efeito significativo no fator de reprodução do nematoide. Foi possível detectar interação entre o controle químico e o biológico, tanto *Bacillus* quando *Paecilomices lilacinus*, assim a análise deve ser realizada fixando o nível dos fatores. Fixando o controle químico com nematicida Fluensulfona, nota-se que não houve efeito adicional da aplicação de *Paecilomices lilacinus*, o mesmo ocorreu fixando o nematicida Fluopiran. A interação foi significativa apenas, para nível 1 do controle químico, que corresponde a não aplicação de um tratamento químico. Nessas condições foi possível notar efeito significativo devido apenas a aplicação do *Paecilomices lilacinus*. O mesmo é observado desdobrando *Bacillus subtilis* dentro dos níveis de controle químico. Houve efeito da aplicação de *Bacillus subtilis*, na ausência do controle químico. Nos demais níveis que corresponde a aplicação do Fluensulfona e Fluopiran, não houve efeitos significativos. Indicando que a adição de *Bacillus subtilis* a esses produtos não representa aumento no efeito de controle. Fixando o controle biológico e analisando os níveis do controle químico, nota-se que que houve diferença apenas entre o nível 1 (ausência de controle químico) para os demais. Na ausência do controle químico, observava-se efeito significação para aplicação do *Paecilomices lilacinus*. Dentro nos níveis

correspondentes a Fluensulfona e Fluopiran não foi possível verificar o efeito da aplicação do *Paecilomyces lilacinus*. O mesmo foi observado para *Bacillus subtilis*.

#### **4. CONCLUSÕES**

O uso do produto *Paecilomyces* de forma isolada foi inferior aos tratamentos aonde foram usados, os controles químicos, e os controles químicos unidos ao controle biológico, porém o uso de *Bacillus subtilis* de forma isolada não diferenciou estatisticamente do uso de *Paecilomyces* de forma isolada, o que mostra que a união das ferramentas de controle de *Meloidogyne incognita* é a melhor forma de se obter o êxito no manejo de fitonematoides na cultura da batata, que é uma cultura muito expressiva para o Brasil e para o mundo.

## REFERÊNCIAS

- AL-HAZMIA, A. S. et al. Efeitos do ácido húmico, *Trichoderma harzianum* e *Paecilomyces lilacinus* em *Meloidogyne javanica*, Arábia Saudita, 2019.
- AGUIAR, A. T. E. et al. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Campinas – SP: IAC, 2014.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. Experimentação Agronômica & AgroEstat: Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: UNESP, 2015.
- BRADSHAW, J.E.; BRYAN, G.J.; RAMSEY, G. Genetic resources (including wild and cultivated *Solanum* species) and progress in their utilization in potato breeding. *Potato Research*, v.49, p.49-65, 2006.
- CHARCHAR, J. M. Ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. em batata. Gama, DF: Embrapa Hortaliças, 2001.
- CHARCHAR, J. M. Nematoides de importância para a cultura da batata. Informe Agropecuário, 1981.
- CHARCHAR, J. M. Nematoides fitoparasitas associados à cultura da batata nas principais regiões de produção do Brasil. *Nematologia Brasileira*, 1997.
- CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Reação de cultivares de batata a uma infestação mista de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. javanica*. *Nematologia Brasileira*, v. 21, n. 2, pág. 49-60, 1997.
- CHARCHAR, J. M.; PACCINI NETO, J.; ARAGÃO, FAS. Controle químico de *Meloidogyne* spp. em batata. *Nematologia Brasileira*, v. 27, n. 1, pág. 35-40, 2003.
- CHARCHAR, J. M.; VIEIRA, JV. Seleção de cenoura com resistência a nematóides de galhas (*Meloidogyne* spp.). *Horticultura Brasileira*, v. 12, n. 2, pág. 144-148, 1994.
- EISENBACK, J. D. Caracteres diagnósticos úteis na identificação das quatro espécies mais comuns de nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.). 1981.
- ESBENSHADE, P. R.; TRIANTAPHYLLOU, A. C. Isozyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology*, v. 22, n. 1, p. 10-15, 1990.
- EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Hortaliças: Batata, Brasília, DF, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortaliças/batata/como-plantar>. Acesso em 12 de dezembro de 2023.
- FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma – Itália. Disponível em: <https://www.fao.org/publications/home/news-archive/detail/potatoes-so-familiar-so-much-more-to-learn/en>, 2024. Acesso em 3 de março de 2024

FERREIRA, P. S. et al. Controle populacional de *Meloidogyne* sp. em áreas cultivadas com hortaliças utilizando plantas de cobertura. Research, Society and Development, 2021.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. Uma comparação de métodos de coleta de inóculos de *Meloidogyne* spp. incluindo uma nova técnica. Plant Disease Reporter, v. 57, n. 12, pág. 1025-1028 1973.

KODA, Y.; OKAZAWA, Y. Detection of potato tuber-inducing activity in potatoleaves and old tubers. Plant Cell Physiologi, v. 29, n. 6, pág. 969-974, 1988.

NETO, J. F. B.; PONTES, N. C. Associação de produtos químicos e biológicos no controle de *Meloidogyne javanica* em cultivo de batata, Morrinhos – GO, Instituto federal Goiano, 2019.

OLIVEIRA, C. M. G. Uma comparação de métodos de coleta de inóculos de *Meloidogyne* spp. incluindo uma nova técnica. Plant Disease Reporter, v. 57, n. 12, pág. 1025-1028 1973.

OLIVEIRA, C. M. G.; ROSA, J. M. O. Batata desafios fitossanitários e manejo sustentável, Jaboticabal- SP, v.1, pág 231-248, 2020.

ONU, Organização das nações unidas, Nova York. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2008/03/1240891>, 2008. Acesso em 3 de março de 2024.

PINHEIRO, J. B. et al. Manejo de nematoides em hortaliças sob plantio direto, Circular técnico 171, Brasília – DF, 2019.

SALAS, F. J. S.; TOFOLI, J. G. Cultura da batata: pragas e doenças, Instituto Biológico, São Paulo, 2017.

SCHWARTZMANN, M. Potato: a world production, a European business. PPO Special Report, v.14, pág.11-16, 2010 2010.

SILVEIRA, W. P. et al. Potencial de produtos biológicos no controle de *Meloidogyne incognita* na cultura da batata. Instituto federal Goiano, Morrinhos – GO, 2022.

SORATTO, R. P. et al. Batata desafios fitossanitários e manejo sustentável, Jaboticabal- SP, 2020.

SPINKS, C. S., M. EMERSON e TR FASKE. Avaliação de fluopiram aplicado em sementes para o manejo de *Meloidogyne incognita* em soja. Nematropica, v.50, pág 118-126, 2020.

TAYLOR, A. L.; NETSCHER, C. Uma técnica melhorada para preparar padrões perineais de *Meloidogyne* spp. Nematológica, 1974.

YOUSSEF, M. M. A.; EI-NAGDI, W. M. A.; LOTFY, D. E. M. Evaluation of the fungal activity of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces lilacinus* as

biocontrol agents against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on cowpea.  
Departamento de Patologia de Plantas, Egito, 2020.