

Controle biológico de *Meloidogyne* spp. com fungos nematófagos em cultivo de cenoura

Biological control of *Meloidogyne* spp. with nematophagous fungi in carrot culture

Control Biológico de *Meloidogyne* spp. con hongos nematófagos en el cultivo de zanahoria

Recebido: 19/08/2022 | Revisado: 29/08/2022 | Aceito: 01/09/2022 | Publicado: 10/09/2022

Rodrigo Souza Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0879-0049>
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil
E-mail: rodrigo.s.santos@embrapa.br

Paulo Roberto Pala Martinelli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2780-3693>
Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior, Brasil
E-mail: prpmartinelli@yahoo.com.br

Resumo

A cenoura é uma hortaliça do grupo das raízes tuberosas, cultivada em larga escala em vários estados brasileiros. Dentre os problemas fitossanitários associados à cultura destacam-se os nematoides galhadores do gênero *Meloidogyne*, cujas infestações podem acarretar em até 100% de perda da produção. A busca por alternativas ao controle químico tem se intensificado nos últimos anos, com o advento de bionematicidas, especialmente os formulados à base de fungos nematófagos. Assim, o objetivo desse estudo foi comparar a eficiência da aplicação dos fungos *Paecilomyces lilacinus* e *Pochonia chlamydosporia* em comparação ao uso do controle químico, em plantio de cenoura sob infestação de nematoide-das-galhas. O estudo foi conduzido no Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior (ITES), Taquaritinga, SP, em condições de campo, utilizando a cenoura híbrida var. 'Sirkana'. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com cinco repetições e seis tratamentos: 1. *P. lilacinus*; 2. *P. chlamydosporia*; 3. *P. lilacinus* + *P. chlamydosporia*; 4. Adicarbe; 5. Cadusafós e 6. Testemunha (sem aplicação). As doses dos respectivos tratamentos constaram de 0,67 L/m² de canteiro com substrato colonizado pelos fungos nematófagos, 30 kg/ha de p.c. de Aldicarbe e 25 kg/ha de p.c. de Cadusafós. Pelos resultados obtidos, os fungos nematófagos *P. lilacinus* e *P. chlamydosporia* podem ser recomendados no controle de nematoides-das-galhas em cultivo de cenoura, como alternativa ao controle químico.

Palavras-chave: Apiaceae; Fungo predador; Heteroderidae; Hortaliça; Nematoda.

Abstract

The carrot is a vegetable of the tuberous roots group, cultivated on a large scale in several Brazilian states. Among the phytosanitary problems associated with the crop, galling nematodes of the genus *Meloidogyne* stand out, whose infestations can lead to up to 100% loss of production. The search for alternatives to chemical control has intensified in recent years with the advent of bionematicides, especially those formulated based on nematophagous fungi. Thus, the aim of this study was to compare the efficiency of the application of the fungi *Paecilomyces lilacinus*, and *Pochonia chlamydosporia* compared to the use of chemical control, in carrot planting under root-knot nematode infestation. The study was carried out at Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior (ITES), municipality of Taquaritinga, São Paulo state, Brazil under field conditions, using the hybrid carrot var. 'Sirkana'. The experimental design was in complete randomized blocks with five replications and six treatments: 1. *P. lilacinus*; 2. *P. chlamydosporia*; 3. *P. lilacinus* + *P. chlamydosporia*; 4. Adicarb; 5. Cadusaphos and 6. Check Treatment (not applicable). The doses of the respective treatments consisted of 0.67 L/m² of planting bed with substrate colonized by nematophagous fungi, 30 kg/ha of p.c. of Aldicarb, and 25 kg/ha of p.c. of Cadusaphos. Based on the results obtained, the nematophagous fungi *P. lilacinus* and *P. chlamydosporia* can be recommended for the control of root-knot nematodes in carrot cultivation, as an alternative to chemical control.

Keywords: Apiaceae; Nematode-trapping fungus; Heteroderidae; Vegetable; Nematoda.

Resumen

La zanahoria es una hortaliza del grupo de las raíces tuberosas, cultivada en gran escala en varios estados brasileños. Entre los problemas fitosanitarios asociados al cultivo destacan los nematodos agallas del género *Meloidogyne*, cuyas infestaciones pueden llegar a provocar pérdidas de producción de hasta el 100%. La búsqueda de alternativas al control químico se ha intensificado en los últimos años, con el advenimiento de los bionematicidas, especialmente los formulados a base de hongos nematófagos. Así, el objetivo de este estudio fue comparar la eficiencia de la aplicación de los hongos *Paecilomyces lilacinus* y *Pochonia chlamydosporia* frente al uso de control químico, en siembras de

zanahoria bajo infestación de nematodos agalladores. El estudio se realizó en el Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior (ITES), Taquaritinga, São Paulo, Brasil en condiciones de campo, utilizando el híbrido de zanahoria var. 'Sirkana'. El diseño experimental fue en bloques al azar con cinco repeticiones y seis tratamientos: 1. *P. lilacinus*; 2. *P. chlamydosporia*; 3. *P. lilacinus* + *P. chlamydosporia*; 4. Adicarb; 5. Cadusaphos y 6. Testigo (no aplicable). Las dosis de los respectivos tratamientos consistieron en 0,67 L/m² de cama con sustrato colonizado por hongos nematófagos, 30 kg/ha de p.v. de Aldicarb y 25 kg/ha de p.v. de Cadusafos. En base a los resultados obtenidos, los hongos nematófagos *P. lilacinus* y *P. chlamydosporia* pueden ser recomendados para el control de nematodos agalladores en el cultivo de zanahoria, como alternativa al control químico.

Palabras clave: Apiaceae; Hongo depredador; Heteroderidae; Verdura; Nematoda.

1. Introdução

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça pertencente à família Apiaceae, do grupo das raízes tuberosas, cultivada em larga escala nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul do Brasil (Vieria et al., 2011). Do ponto de vista nutricional, a cenoura contém carboidratos, fibras alimentares, proteínas, lipídios, minerais (cálcio, magnésio, potássio, sódio, fósforo, manganês, ferro, cobre e zinco), vitamina C e carotenoides, com destaque para o β -caroteno (Unicamp, 2001).

Dentre os problemas fitossanitários que afetam a produtividade do cultivo da cenoura no Brasil estão as doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematoides. O controle destas doenças tem sido feito por meio do uso de cultivares resistentes, fungicidas e nematicidas, bem como pelo emprego correto das práticas culturais (Carvalho et al., 2021).

Dentre os parasitos que afetam os aspectos físicos das cenouras, encontra-se os nematoides-das-galhas do gênero *Meloidogyne*. As espécies *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *Meloidogyne hapla* Chitwood e *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood já foram registradas causando danos a cultivos de cenoura no Brasil. Em altas infestações, é comum a ocorrência de rachaduras, bifurcações e deformações radiculares severas, que depreciam completamente o valor comercial do produto, com perdas que variam entre 20% a 100% da produção (Huang et al., 1986; Pinheiro et al., 2017), dependendo da espécie e da densidade populacional do nematoide, da resistência da cultivar e/ou híbrido, do tipo de solo (os mais arenosos favorecem o ataque) e das condições ambientais (Paula, 2019).

A aplicação de bionematicidas no cultivo da cenoura tem se intensificado nos últimos anos. Vários são os agentes de controle biológico que têm potencial de ação contra os nematoides, como a bactéria endoparasita, *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre & Starr (Pasteuriaceae) considerada como o agente bacteriano de maior potencial no controle de fitonematoides, além dos vírus e fungos nematófagos (Paula, 2019).

Os fungos são considerados a maior biomassa existente em muitos solos (Clark & Paul, 1970) e muitas espécies são agentes de controle biológico natural de nematoides na rizosfera das plantas hospedeiras, sendo frequentemente capazes de reduzir suas populações em quase todos os solos das diferentes regiões geográficas do mundo (Siddiqui & Mahmood, 1996). Os fungos nematófagos atuam em nematoides vivos e/ou em seus ovos, utilizando-os como fonte de nutrientes (Mankau, 1980). Soares e Santos (2006) estudou o uso de formulações de fungos nematófagos no controle de *Meloidogyne* spp., *Rotylenchus* sp. e *Pratylenchus* sp. em várias hortaliças e plantas ornamentais e obteve resultados promissores para o controle desses patógenos. Carneiro et al. (2008) em estudo com fungos nematófagos associados a hortaliças no Distrito Federal, verificaram a presença de *Paecilomyces lilacinus* (Thompson) Samson (Eurotiales: Trichocomaceae) e *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & W. Gams (Hypocreales: Clavicipitaceae) parasitando massas de ovos de *Meloidogyne* spp. em cultivo de cenoura.

Assim, o uso do controle biológico é uma estratégia sustentável no Manejo Integrado de Pragas (MIP), causando menos impactos de ordem ambiental, menos desequilíbrio biológico e diminui o surgimento de populações resistentes de pragas (Paula, 2019).

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi comparar a eficiência dos fungos *P. lilacinus* e *P. chlamydosporia* em comparação ao uso do controle químico, em plantio de cenoura sob infestação de nematoide-das-galhas.

2. Metodologia

O estudo foi realizado no período de maio a agosto de 2011 no campo experimental do Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior (ITES) (21°25'0,1" S; 48°30'0,7" O), Taquaritinga, SP.

No ensaio foram utilizados seis tratamentos: 1. *P. lilacinus*; 2. *P. chlamydosporia*; 3. *P. lilacinus* + *P. chlamydosporia*; 4. Adicarbe; 5. Cadusafós e 6. Testemunha (sem aplicação). As doses dos respectivos tratamentos constaram de 0,67 L/m² de canteiro com substrato colonizado pelos fungos nematófagos, 30 kg/ha de p.c. de Aldicarbe e 25 kg/ha de p.c. de Cadusafós.

Os isolados de *P. lilacinus* e *P. chlamydosporia* foram adquiridos junto ao Laboratório de Nematologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Campus de Jaboticabal, SP. Os isolados foram multiplicados em meio de cultura BDA e posteriormente inoculados em substrato à base de grãos de sorgo (Figura 1).

O substrato foi preparado embebendo-se os grãos de sorgo em água durante 12 horas e, após, retirados com auxílio de uma peneira, para escoamento da água. Posteriormente, um volume de 500 mL de grãos de sorgo foi adicionado em sacos de polipropileno autoclaváveis. O material foi autoclavado durante 30 minutos em temperatura de 120 °C e 1,0 ATM de pressão.

As colônias fúngicas com 15 dias de idade receberam água destilada esterilizada a fim de se conseguir uma suspensão de material propagativo dos fungos (esporos e micélios). Em câmara estéril, com auxílio de pipeta automática, 10 mL da suspensão foi adicionada nos sacos contendo o substrato esterilizado. Os sacos inoculados foram armazenados em bancada a temperatura ambiente e cobertos com saco escuro para evitar a incidência de luz direta. Após 15 dias o substrato foi levado para aplicação em campo.

Figura 1. Substrato à base de grãos de sorgo colonizados pelos fungos *Pochonia chlamydosporia* (A) e *Paecilomyces lilacinus* (B), após 15 dias de incubação.



Fonte: Autores.

Cada tratamento foi aplicado na parcela toda distribuindo-se homogeneamente a dose do substrato sobre o canteiro e incorporado ao solo. Para os tratamentos químicos as respectivas doses foram aplicadas na linha de plantio. Após a incorporação e/ou aplicação dos tratamentos foi realizado o semeio da cenoura nos canteiros.

O estudo foi desenvolvido em condições de campo em área com constatação prévia da ocorrência natural de nematoides-das-galhas. O cultivar de cenoura utilizado foi o híbrido Sirkana[®] com ciclo de aproximadamente 100 dias. Foram semeadas cerca de 80 sementes/m² e, após 30 dias foi realizado desbaste das plantas para que houvesse de 20 a 25 plantas/m² (Figura 2).

Figura 2. Aspecto do canteiro de cenoura híbrida var. 'Sirkana' antes (A e B) após o desbaste (C), 30 dias após o plantio.



Fonte: Autores.

O levantamento da população dos nematoides foi realizado 30 dias antes do plantio da cultura com a coleta de amostras de solo até 20 cm de profundidade, com auxílio de enxadeco. As amostras foram levadas até o Laboratório de Nematologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), onde foi realizada a extração dos nematoides pelo método da flotação centrífuga de Jenkins (1964). A confirmação da ocorrência de *Meloidogyne* foi realizada sob microscópio fotônico, embora não se tenha realizado a identificação específica das espécies ocorrentes.

Após 120 dias de desenvolvimento a cultura foi retirada e avaliou-se os seguintes parâmetros: peso fresco da parte aérea (g), peso das raízes (g), diâmetro das raízes (mm), comprimento das raízes (cm), número de cenouras com sintomas, número de nematoides em 100 cm³ solo e em 10 g de raízes das plantas, em cada parcela tratada.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por área de 1,5 m de comprimento por 1 m de largura totalizando 1,5 m² de canteiro. Os dados foram submetidos análise de variância e quando significativas as médias foram testadas pelo teste de Duncan (5%) com auxílio do software Assistat 7.7 (Silva & Azevedo, 2016). Para o cálculo da porcentagem de controle dos tratamentos no solo e nas raízes de cenoura foi utilizada a fórmula de Abbott (1925), expressa por: Eficiência Agrônômica (%) = $(T-t) \times 100/T$, onde T = número de raízes atacadas na Testemunha e t = número de raízes atacadas nos tratamentos.

3. Resultados e Discussão

Para os parâmetros analisados: número total de cenouras por parcela, calibre, comprimento e peso das raízes os dados dos tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre as médias em nenhum dos tratamentos. Entretanto, para o peso fresco da parte aérea o tratamento com cadusafós (34,26 g) evidenciou diferença estatística dos tratamentos de *P. lilacinus* + *P. chlamydosporia* (27,32 g) e da testemunha (25,8 g) a 5% de probabilidade. Contudo, não apresentou diferenças estatísticas entre os demais tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito da aplicação de fungos nematófagos e do controle químico no manejo de *Meloidogyne* sobre os parâmetros biométricos de plantas de cenoura híbrida var. ‘Sirkana’, no campo experimental do ITES-Taquaritinga, SP.

Tratamentos	Cenoura por parcela (total)	Diâmetro das raízes (mm)	Peso da parte aérea (g)	Comprimento das raízes (cm)	Peso das raízes (g)
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	136,00 a	35,02 a	32,84 ab	16,35 a	104,78 a
Aldicarbe (30 kg p.c./ha)	123,60 a	34,32 a	29,82 ab	15,91 a	99,20 a
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	116,20 a	34,22 a	29,68 ab	16,31 a	104,94 a
<i>P. chlamydosporia</i> + <i>P. lilacinus</i>	133,40 a	33,80 a	27,32 bc	15,92 a	95,24 a
Cadusafós (25 kg p.c./ha)	84,20 a	35,21 a	34,26 a	16,59 a	106,76 a
Testemunha	140,20 a	34,15 a	25,80 c	15,73 a	94,32 a
Teste F (Tratamentos)	2,86 ^{ns}	0,35 ^{ns}	2,59*	0,92 ^{ns}	0,92 ^{ns}
Teste F (Blocos)	0,20 ^{ns}	1,29 ^{ns}	2,76 ^{ns}	3,57*	2,34 ^{ns}
CV(%)	22,98	5,93	15,01	5,34	12,37

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (5%) de probabilidade. *Significativo a 5% de probabilidade. Dados transformados em X + 100 para análise estatística. Fonte: Autores.

Esse resultado concorda com os de Charchar et al. (2007) em estudo do comportamento de cultivares de cenoura e rotação de culturas antecessoras para o controle de *Meloidogyne* spp. Os autores concluíram que o controle químico teve o melhor resultado em relação aos demais tratamentos, como foi observado no presente estudo para o parâmetro de peso fresco da parte aérea.

Experimentos realizados com *P. chlamydosporia*, na cultura do tomateiro, demonstraram que esse fungo controlou de forma efetiva *Meloidogyne* sp., reduzindo o número de ovos entre 56% e 61% e o número de galhas entre 36% e 47% (Coutinho et al., 2009). Viggiano et al. (2012) observaram que na produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L., Asteraceae), a utilização de arroz colonizado por *P. chlamydosporia* em substratos formulado e comercial proporciona um maior desenvolvimento das plantas após o transplantio quando comparado as mudas transplantadas sem o fungo.

Na Tabela 2 são apresentados dados relativos à produtividade e sintomas causados pelos nematoides na produção de cenoura no experimento. Para o número de cenouras com sintomas não houve diferença estatística entre os tratamentos e a testemunha. Entretanto, para a porcentagem de sintomas, os tratamentos químicos com Aldicarbe, Cadusafós e o biológico com *P. lilacinus* + *P. chlamydosporia* foram os que apresentaram as maiores porcentagens de sintomas (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da aplicação de fungos nematófagos e do controle químico no manejo de *Meloidogyne* sobre a produção e sintomas em plantas de cenoura híbrida var. ‘Sirkana’, no campo experimental do ITES-Taquaritinga, SP.

Tratamentos	Cenouras com sintomas	Produção (ton/ha)	% de sintomas	Acréscimo na produção	Produção/parcelas (kg)
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	15,80 a	94,69 a	11,53 b	8,41 a	14,20 a
Aldicarbe (30 kg p.c./ha)	19,80 a	81,69 ab	17,75 ab	-4,84 ab	12,25 ab
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	12,20 a	80,14 ab	10,34 b	-9,38 ab	12,02 ab
<i>P. chlamydosporia</i> + <i>P. lilacinus</i>	18,40 a	85,27 ab	14,24 ab	-3,70 ab	12,79 ab
Cadusafós (25 kg p.c./ha)	17,80 a	59,13 b	23,57 a	-32,32 b	8,87 b
Testemunha	12,10 a	87,76 a	8,62 b	-----	13,16 a
Teste F (Tratamentos)	1,49 ^{ns}	1,93*	1,61 ^{ns}	1,90*	1,93*
Teste F (Blocos)	1,94 ^{ns}	1,16 ^{ns}	2,81*	0,25 ^{ns}	1,16 ^{ns}
CV(%)	36,91	23,84	25,51	26,45	23,83

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (5%) de probabilidade. *Significativo a 5% de probabilidade. Dados transformados em X + 100 para análise estatística. Fonte: Autores.

Segundo Pinheiro et al. (2010) as perdas relacionadas ao ataque de nematoides-das-galhas na cultura da cenoura variam entre 20 a 100%, dependendo do nível de infestação desses organismos no cultivo. Portanto, os tratamentos com fungos nematófagos foram capazes de manter o nível de dano abaixo de 20%, demonstrando potencial para serem utilizados como

alternativa ao controle químico no controle de nematoides-das-galhas em cultivos de cenoura (Tabela 2).

Os dados de produtividade evidenciam que os tratamentos como os fungos *P. lilacinus*, *P. lilacinus* + *P. chlamydosporia* e *P. chlamydosporia* proporcionaram as maiores produtividades, com médias de 80,14, 85,27 e 94,69 ton/ha, respectivamente, havendo diferença estatística quando comparados aos resultados proporcionados pelo controle químico com Aldicarbe e Cadusafós. Segundo Matos et al. (2011), A produtividade da cultura varia de acordo com o clima, ou seja, no inverno fica entre 30 a 40 toneladas/ha e no verão oscila entre 20 a 30 toneladas/ha. Assim, pelos resultados obtidos no presente estudo o potencial produtivo na região onde foi implantado o experimento é muito superior à média nacional, com uma produtividade média de 81,44 ton/ha (Tabela 2).

Entretanto, no que tange aos dados de acréscimo de produção dos tratamentos em comparação à testemunha, somente o tratamento com *P. chlamydosporia* promoveu um acréscimo de 8,41%, enquanto os demais tratamentos não diferiram da testemunha. Giaretta (2008) em estudo com isolados de *P. chlamydosporia* aplicados para o controle de *Meloidogyne* spp. e indução de crescimento em tomateiro, concluiu que 19 isolados do fungo promoveram o crescimento de plantas de tomateiro.

Com relação à população de *Meloidogyne* no solo e nas raízes das plantas de cenoura, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si para a população dos nematoides. No solo os tratamentos que apresentaram as piores eficiências de controle foram *P. lilacinus* + *P. chlamydosporia*. Entretanto, nas raízes os tratamentos que apresentaram baixa eficiência foram *P. lilacinus* + *P. chlamydosporia*, *P. chlamydosporia* e Cadusafós (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito da aplicação de fungos nematófagos e do controle químico no manejo de *Meloidogyne* no solo e nas raízes de plantas de cenoura híbrida var. ‘Sirkana’, no campo experimental do ITES-Taquaritinga, SP.

Tratamentos	Nº de <i>Meloidogyne</i> em 100 cm ³ de solo	Nº de <i>Meloidogyne</i> em 10g de raízes	% de controle no solo	% de controle nas raízes
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	0,80	1,60	0,00	0,00
Aldicarbe (30 kg p.c./ha)	0,00	0,00	0,77	1,54
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	8,00	0,80	-6,93	0,77
<i>P. chlamydosporia</i> + <i>P. lilacinus</i>	0,00	19,20	0,77	-16,93
Cadusafós (25 kg p.c./ha)	0,00	3,20	0,77	-1,63
Testemunha	0,80	2,40	0,00	0,00
Teste F (Tratamentos)	0,94 ^{ns}	2,10	0,94 ^{ns}	2,09 ^{ns}
Teste F (Blocos)	1,17 ^{ns}	1,58	0,23 ^{ns}	0,70 ^{ns}
CV(%)	7,15	10,72	7,05	11,11

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (5%) de probabilidade. *Significativo a 5% de probabilidade. Dados transformados em X + 100 para análise estatística. Fonte: Autores.

O estudo desenvolvido por Soares e Santos (2006), com formulações de fungos nematófagos em hortaliças, obteve médias de redução da população de *Meloidogyne* superiores aos encontrados no presente estudo. Entretanto, deve-se considerar a variabilidade espacial e densidade populacional dos nematoides no solo, as condições climáticas (e.g. temperatura, pH e umidade do solo) e a quantidade de matéria orgânica presente no solo, os quais são fatores que influenciam na população dos fitonematoides, bem como de seus inimigos naturais, especialmente os fungos (Campos et al., 2001; Dutra & Campos, 2003; Martinelli, 2011). Apesar de no presente estudo o controle biológico não diferir do controle químico e da testemunha, um bionemático baseado em clamidósporos do isolado Pc-10 de *P. chlamydosporia* var. *chlamydosporia* foi formulado e aplicado em cultivos de pepino (Viggiano et al., 2014), alface e cenoura (Dallemole-Giaretta et al., 2013) para o controle de *M. javanica*. Ademais, essa formulação também foi utilizada para o controle de *M. incognita* em alface (Dias-Arieira et al., 2011) e cenoura (Bontempo et al., 2014). A aplicação de 3 kg ha⁻¹ da formulação de Pc-10 aumentou a produção de raízes comerciais de cenoura em 41,7% quando comparada à testemunha não tratada (Bontempo et al., 2017).

Vale ressaltar que em junho de 2012, a Anvisa cancelou o informe de avaliação toxicológica dos agrotóxicos à base

de aldicarbe e, em outubro de 2012, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) publicou no Diário Oficial da União (DOU) o cancelamento do registro do produto à base desse princípio ativo (Temik 150[®]) (Brasil, 2012). A partir desse cancelamento, atualmente estão proibidos no Brasil a produção, a comercialização e o uso de qualquer agrotóxico à base de aldicarbe. Dessa forma, reforça-se a necessidade da busca de produtos alternativos para o controle de nematoides nas culturas agrícolas, especialmente as formulações à base de bionematicidas.

4. Conclusão

Pelos resultados obtidos no presente estudo, os fungos nematófagos *P. lilacinus* e *P. chlamydosporia* podem ser recomendados no controle de nematoides-das-galhas em cultivo de cenoura, como alternativa ao controle químico.

Referências

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2): 265-267, 1925.
- Bontempo, A. F., Lopes, E. A., Fernandes, R. H., Freitas, L. G. de & Dallemole-Giaretta, A. R. (2017). Dose-response effect of *Pochonia chlamydosporia* against *Meloidogyne incognita* on carrot under field conditions. *Revista Caatinga*, 30(1): 258-262.
- Bontempo, A. F., Fernandes, R. H., Lopes, J., Freitas, L. G. & Lopes, E. A. (2014). *Pochonia chlamydosporia* controls *Meloidogyne incognita* on carrot. *Australasian Plant Pathology*, 43: 421-424.
- Brasil. (2012). *Ato nº 54, de 9 de outubro de 2012. Cancelamento do registro do produto Temik 150 registro nº 00148899*. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 de outubro de 2012. Seção 1, p. 9. 2012. Disponível em: http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/U_ATO-MAPA-54_091012.pdf (Acesso em: 30 ago. 2022).
- Campos, V. P., Campos, J. R., Silva, L. H. C. P. & DUTRA, M. R. (2001). Manejo de nematóides em hortaliças (p. 125-158). In Silva, L. H. C. P., Campos, J. R. & Nojosa, G. B. A. (Eds.). *Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças*. Lavras, Editora UFLA.
- Carneiro, R. M. D. G., Almeida, M. R. A., Martins, I., Souza, J. F., Pires, A. Q. & Tigano, M. S. (2008). Ocorrência de *Meloidogyne* spp. e fungos nematófagos em hortaliças no Distrito Federal, Brasil. *Nematologia Brasileira*, 32(2): 135-141.
- Carvalho, A. D. F., Silva, G. O., Ragassi, C. F., Pereira, G. E., Lourenço Junior, V., Lopes, C. A., Pinheiro, J. B., Reis, A. & Pilon, L. (2021). *Cenoura Daucus carota* L. Brasília: Embrapa Hortaliças (Sistema de Produção, 2), 74p.
- Charchar, J. M., Gonzaga, V., Vieira, J. V., Oliveira, V. R. & Moita, A. W. (2007). Efeito de nematicidas fumigantes e não fumigantes no controle de *Meloidogyne* spp. em batata e cenoura. *Nematologia Brasileira*, 31(2): 59-66.
- Coutinho, M. M., Freitas, L. G., Dallemole-Giaretta, R., Neves, W. S., Lopes, E. A. & Ferraz, S. (2009). Controle de *Meloidogyne javanica* com *Pochonia chlamydosporia* e farinha de sementes de mamão. *Nematologia Brasileira*, 33(2): 169-175.
- Dallemole-Giaretta, R. (2008). *Isolamento, identificação e avaliação de Pochonia chlamydosporia no controle de Meloidogyne javanica e na promoção de crescimento em tomateiro*. 83f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- Dallemole-Giaretta, R., Freitas, L. G., Cavallin, I. C., Marmentini, G. A., Faria, C. M. R. & Resende, J. T. V. (2013). Avaliação de um produto à base de *Pochonia chlamydosporia*, no controle de *Meloidogyne javanica* em alface e cenoura no campo. *Nematropica*, 43(1): 131-137.
- Dias-Arieira, C. R., Santana, S. de M., Freitas, L. G., Cunha, T. P. L., Biela, F., Puerari, H. H. & Chiamolera, F. M. (2011). Efficiency of *Pochonia chlamydosporia* in *Meloidogyne incognita* control in lettuce crop (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9(3-4): 561-563.
- Dutra, M. R. & Campos, V. P. (2003). Manejo do solo e da irrigação como nova tática de controle de *Meloidogyne incognita* em feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 28(6): 608-614.
- Clark, F. E. & Paul, E. A. (1970). The microflora of grassland. *Advances in Agronomy*, 22: 375-435.
- Huang, S. P., Della Vecchia, P. T. & Ferreira, P. E. (1986). Varietal response and estimates of heritability of resistance to *Meloidogyne javanica* in carrots. *Journal of Nematology*, 18(4): 406-501.
- Jenkins, W. R. (1964). A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, 48(9): 692-695.
- Mankau, R. (1980). Biological control of nematode pests by natural enemies. *Annual Review of Phytopathology*, 18: 415-440.
- Martinelli, P. R. P. (2011). Formulações de fungos nematófagos associadas ao controle químico e matéria orgânica no manejo dos nematoides dos citros (*Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus jaehni*). 73f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.
- Matos, F. A. C. de., Lopes, H. R. D., Dias, R. de L. & Alves, R. T. (2011). *Cenoura. Saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios*. Brasília: Sebrae (Série Agricultura Familiar, Coleção Passo a Passo).

- Paula, L. B. de. (2019). *A importância dos bionematicidas na cultura da cenoura*. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/a-importancia-dos-bionematicidas-na-lavoura-de-cenoura/> (Acesso em: 30 ago. 2022).
- Pinheiro, J. B., Macêdo, A. G. & Carvalho, A. G. F. de. (2017). *Galhas agressivas*. Revista Cultivar Hortaliças e Frutas, 102: 24-29.
- Pinheiro, J. B., Carvalho, A. D. F. & Vieira, J. V. (2010). *Manejo do nematoide-das-galhas (Meloidogyne spp.) em cultivos de cenoura na região de Irecê-BA*. Brasília: Embrapa Hortaliças (Comunicado Técnico, 77), 7p.
- Silva, F. A. S. & Azevedo, C. A. V. de. (2016). The Assisat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11(39): 3733-3740.
- Soares, P. L. M. & Santos, J. M. dos. (2006). Utilização de fungos nematófagos no controle biológico de fitonematoides (p. 1-59). In De Bortoli, S. A., Boiça Júnior, A. L., Oliveira, J. E. M. (Eds.). *Agentes de controle biológico: metodologia de criação, multiplicação e uso*. Jaboticabal, Funep.
- Unicamp – Universidade de Campinas. (2001). *Tabela brasileira de composição de alimentos*. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. 32p.
- Viggiano, J. R., Freitas, L. G. & Lopes, E. A. (2014). Use of *Pochonia chlamydosporia* to control *Meloidogyne incognita* in cucumber. *Biological Control*, 69: 72-77.