

# EFEITO IN VITRO DE FILTRADOS DE *Trichoderma* SOBRE *Pratylenchus brachyurus*<sup>1</sup>

## IN VITRO EFFECT OF *Trichoderma* FILTRATES ON *Pratylenchus brachyurus*

Gabriella Rodrigues Pereira de Jesus<sup>2</sup>

Sandriel de Almeida Anuniação<sup>3</sup>

Izabely Vitoria Lucas Ferreira<sup>4</sup>

Nayane Oliveira Almeida<sup>5</sup>

### RESUMO

O propósito deste trabalho foi avaliar a mortalidade e constituir uma seleção de isolados de *Trichoderma sp.* antagonistas eficazes no controle biológico de *Pratylenchus brachyurus* submetido a diferentes espécies de filtrados de *trichoderma*. O experimento realizado *in vitro* foi analisado após 24 horas, com 11 tratamentos, sendo 10 isolados de *Trichoderma* e uma testemunha não tratada. Os metabólitos de *Trichoderma sp.* foram obtidos a partir do crescimento do fungo (5 discos/5mm) em arroz parboilizado (55g/frasco), umedecido e autoclavado, por 7 dias. Após o crescimento, o substrato foi lavado com 50 mL de NaCl a 0,9%, e o conteúdo foi filtrado e centrifugado (10°C, 7.000g/10 min), obtendo-se os conídios (pellets) e os metabólitos de *Trichoderma* (filtrado). Em tubos de ensaio foram adicionados 200 J2 de *P. brachyurus*, concentrados em 1,0 mL, e 2,0 mL da suspensão correspondente a cada tratamento. A testemunha recebeu 2,0 mL de água destilada. A mortalidade foi avaliada conforme a técnica de Chen & Dickson (2000). Os isolados *T. asperellum* TQQ e *T. harzianum* 8404 demonstraram as maiores taxas de mortalidade de *P. brachyurus*, alcançando 54,88% e 38,30% respectivamente. Por outro lado, os isolados *T. asperellum* T00, e *T. harzianum* TST, não apresentaram diferença significativa em relação à testemunha. Em resumo, este estudo comprovou que os metabólitos produzidos pelos fungos *Trichoderma* tiveram efeito direto na mortalidade dos nematóides, mostraram-se promissoras na produção de metabólitos com potencial aplicação no controle biológico de *P. brachyurus*.

**Palavras-chave:** Controle; *Trichoderma sp.*; *P. brachyurus*; Mortalidade; Metabólitos.

---

<sup>1</sup> Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Inhumas FacMais, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, no segundo semestre de 2023.

<sup>2</sup> Acadêmico(a) do 10º Período do curso de Agronomia pela faculdade de Inhumas. Gabriella Rodrigues pereira de jesus, gabriellajesus@aluno.facmais.edu.br

<sup>3</sup> Acadêmico(a) do 10º Período do curso de Agronomia pela faculdade de Inhumas. Sandriel de Almeida Anuniação, sandriel@aluno.facmais.edu.br

<sup>4</sup> Professor(a)-Orientador(a): Izabely Vitória Lucas Ferreira. Docente da faculdade de Inhumas. izabelyvitorialucas@facmais.edu.br

<sup>5</sup> Co-orientadora: Nayane Oliveira Almeida. Doutora em Agronomia/fitossanidade. Coordenadora de pesquisa, Teia Bioprodutos. nayanealmeida.agro@gmail.com

## ABSTRACT

The purpose of this work was to evaluate mortality and constitute a selection of *Trichoderma sp.* effective antagonists in the biological control of *Pratylenchus brachyurus*. subjected to different species of *Trichoderma* filtrates. The experiment carried out in vitro was analyzed after 24 hours, with 11 treatments, 10 of which were *Trichoderma* isolates and an untreated control. The metabolites of *Trichoderma sp.* were obtained from the growth of the fungus (5 discs/5mm) in parboiled rice (55g/bottle), moistened and autoclaved, for 7 days. After growth, the substrate was washed with 50 mL of 0.9% NaCl, and the content was filtered and centrifuged (10° C, 7,000g/10 min), obtaining the conidia (pellets) and the metabolites of *Trichoderma* (filtered). In test tubes, 200 J2 of *P. brachyurus*, concentrated in 1.0 mL, and 2.0 mL of the suspension corresponding to each treatment were added. The control received 2.0 mL of distilled water. Mortality was evaluated according to Chen & Dickson (2000). The isolates *T. asperellum* TQQ and *T. harzianum* 8404 showed the highest *P. brachyurus* mortality rates, reaching 82.04% and 65.46% respectively. On the other hand, the isolates *T. asperellum* T00, and *T. harzianum* TST, did not show significant difference in relation to the control, with an average of 27.16%. In summary, this study proved that the metabolites produced by *Trichoderma* fungi had a direct effect on nematode mortality, showing promise in the production of metabolites with potential application in the biological control of *P. brachyurus*.

**Keywords:** Control; *Trichoderma sp.*; *P. brachyurus*; Mortality; Metabolites.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os nematóides têm causado danos significativos à produção agrícola, resultando em perdas estimadas em 65 bilhões de reais apenas na cultura da soja, de acordo com um levantamento realizado pela Syngenta (2022) em parceria com a consultoria Agroconsult e a Sociedade Brasileira de Nematologia. Esses nematóides também têm impactos consideráveis em nível global, resultando em perdas anuais de 12,3%. Segundo a pesquisa, caso o cenário permaneça como está, é esperado que os produtores brasileiros enfrentem perdas de até R\$870 bilhões em menos de 10 anos (Syngenta, 2022).

Entre algumas espécies de nematóides que têm apresentado grande impacto na agricultura, espécies do gênero *Pratylenchus* vem se destacando por ser responsável pelas lesões do sistema radicular de diversas espécies vegetais cultivadas de interesse econômico (EMBRAPA, 2008). Assim, a demanda por práticas agrícolas sustentáveis tem impulsionado o desenvolvimento e a comercialização de bioprodutos para o controle de nematoides.

Nesse contexto, têm sido desenvolvidas diversas pesquisas relacionadas ao estudo de técnicas e manejos com o uso de produtos biológicos e métodos alternativos para o controle de nematóides, principalmente para o gênero de elevada importância, como *P. brachyurus*. Diversas substâncias naturais, obtidas de diferentes espécies vegetais que apresentam propriedades nematicidas, têm sido isoladas e caracterizadas quimicamente. Além disso, o uso de inimigos naturais é promissor e torna-se um fascinante campo de investigação, sendo potencialmente útil dentro das medidas duráveis e podendo atuar reduzindo populações de nematóides (Stirling, 1991). Isolados de *Trichoderma sp.* podem produzir metabólitos ou substâncias nematicidas a *P. brachyurus*, causando porcentagens de mortalidade variadas. Isto porque, o uso de produtos à base de *Trichoderma sp.* tem apresentado resultados positivos em relação ao controle de nematoide.

Esta pesquisa parte do pressuposto da importância de fazer os manejos necessários com produtos biológicos no controle de fitopatógenos, tendo em vista que é uma preocupação no setor agrícola decorrente dos impactos que afetam a agricultura. Desta forma, para desenvolver a pesquisa, realizamos os experimentos *in vitro* para avaliar os efeitos dos filtrados de *Trichoderma sp.* na mortalidade do *P. brachyurus* no qual esses filtrados apresentam propriedades nematicidas capazes de causar a mortalidade desse nematoide.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 FITONEMATOIDES E O *Pratylenchus brachyurus*

Os nematóides são animais aquáticos, que estão amplamente distribuídos na superfície terrestre, podendo ser encontrados em diferentes habitats. Os nematóides parasitas de plantas, chamados de fitoparasitas ou fitonematoides, são assim conhecidos por parasitar e se alimentar de plantas superiores, podendo danificar flores, folhas, caules, rizomas, bulbos, tubérculos e, especialmente, estruturas radiculares (Ferraz; Brown, 2016).

Os fitonematoides que parasitam as raízes podem danificar o produto final (raízes e tubérculos) ou reduzir a produtividade. Isso porque, no geral, interferem na absorção e translocação de água e nutrientes, por causarem ferimentos nas raízes, e algumas espécies atuam como dreno de fotoassimilados, por modificarem a fisiologia dos tecidos parasitados. As lesões causadas por esses fitoparasitas também podem abrir porta de entrada para organismos fitopatogênicos, tais como os fungos e bactérias (Lordello, 1992; Oliveira, 2018).

Os principais sintomas do ataque por nematóides são manchas em reboleiras, nas quais as plantas ficam desuniformes e amareladas. As folhas afetadas podem apresentar manchas cloróticas ou necroses entre as nervuras, comumente conhecidas como folhas "Carijós" na cultura do algodão (Lordello, 1992). Além disso, as plantas ficam menos resistentes a estresses, especialmente hídricos, e não respondem satisfatoriamente às práticas de adubação (Moura, 1997).

Os nematóides têm causado danos significativos à produção agrícola, resultando em perdas estimadas em 65 bilhões de reais apenas na cultura da soja, de acordo com um levantamento realizado pela Syngenta em parceria com a consultoria Agroconsult e a Sociedade Brasileira de Nematologia. Esses nematóides também têm impactos consideráveis em nível global, resultando em perdas anuais de 12,3%. Segundo a pesquisa, caso o cenário permaneça como está, é esperado que os produtores brasileiros enfrentem perdas de até R\$870 bilhões em menos de 10 anos (Syngenta, 2022). Em razão do tamanho microscópico, essas pragas são de difícil identificação, tornando assim um inimigo "oculto" na lavoura.

As espécies mais comuns associadas à redução na produtividade ou aumento do custo de produção, nas culturas como soja, algodão, cana-de-açúcar, milho, tomate, batata, cenoura, café, banana, entre outras, são *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incógnita* (nematóides de galhas), *Heterodera glycines* (nematóide de cisto da soja), *P. brachyurus* e *Pratylenchus zaei* (nematóide das lesões radiculares) e *Rotylenchulus reniformis* (nematóide reniforme) (Santos, 2014).

Os nematóides do gênero *Pratylenchus* são conhecidos popularmente como "nematóides das lesões radiculares" devido ao sintoma de necrose que causa nas raízes de suas hospedeiras. Ele inclui 104 espécies (Gonzaga *et al.*, 2016), das quais 12 espécies são de ampla distribuição geográfica, tanto em países de clima temperado quanto de clima tropical (Luc, 1987) e estão associadas a danos econômicos maiores na agricultura, os quais destacam-se: *P. brachyurus*, *P. coffeae*,

*P. penetrans*, *P. vulnus*, *P. zae* (presentes no Brasil) e *P. crenatus*, *P. goodeyi*, *P. scribneri*, *P. thornei* (quarentenários no Brasil), e ainda *P. neglectus*, *P. pratensis* e *P. loosi*.

No Brasil, as culturas mais afetadas por essas espécies, de acordo com Ferraz (1999) são: *P. brachyurus* - soja, algodão, milho, feijão, pastagens, sorgo, amendoim, batata, fumo, eucalipto, seringueira, guandu, arroz, abacaxi, algumas hortaliças, cana-de-açúcar, café; *P. zae* - cana-de-açúcar, milho, pastagens, sorgo, arroz, trigo; *P. coffeae* - café, banana, inhame, graviola, batata.

O nematóide *P. brachyurus* possui a seguinte classificação: Domínio Eukaryota, Reino Metazoa, filo Nematoda, Família pratylenchidae. Foi descrito pela primeira vez em 1929, a partir de amostras coletadas de raízes de abacaxi, em quipapá, Havaí, EUA. (Godfrey, 1929) e foi colocada em grande gênero chamada *Tylenchus* e designada como *Tylenchus brachyurus*.

Quando o gênero *Pratylenchus* foi instituído por Filipjev, em 1936, como espécie *P. pratensis*, os nematóides que haviam sido colocados nos gêneros *Anguillulina* e *Tylenchus* foram nomeados incluindo as três primeiras letras da espécie *P. pratensis*, isto é: *Pra* + *Tylenchus*=*Pratylenchus*. Assim, *Tylenchus brachyurus* foi renomeado para *Pratylenchus brachyurus*. Desde então, a morfologia de *P. brachyurus* foi estudada por Sher e Allen (1953), Loof (1960), Brooks e Perry (1967), Roman e Hirschmann (1969), Corbett (1976) e também por Tarjan e Frederick (1978).

Os danos por *Pratylenchus* sp. às raízes das plantas hospedeiras são causados por três tipos de ações: mecânicas - devido à migração típica do nematoide no interior do córtex radicular; tóxicas - devido a injeção no citoplasma de secreções esofagianas nas células parasitadas; e, espoliativas - retirada do conteúdo citoplasmático modificado pelo nematoide das células atacadas (Ferraz, 2006).

Os sintomas causados estão associados a podridões e necroses do sistema radicular das plantas parasitadas, tendo como resultado a redução das radículas chegando até a perda das raízes pivotantes. Na parte aérea podem ser observadas nas estações seca, clorose e murchamento, seguidos de perda na produção. Em casos de infecção mais severa pode ocorrer a desfolha total (Campos, 1999). As lesões radiculares podem trazer altos prejuízos à produção, chegando a registrar perdas de até 50% em território brasileiro (Coelho *et al.*, 2021). Pesquisas mostram que a cada 82 indivíduos de *P. brachyurus*/g de raiz da soja ocorre a perda de 1 saca ha<sup>-1</sup> na produtividade da cultura (Embrapa soja, 2012).

De acordo com Goulart (2008) os seguintes fatores podem contribuir para o aumento dos níveis populacionais de gênero *Pratylenchus* no solo: sistema de "plantio direto" ou cultivo mínimo, mantendo o solo com umidade mais elevada e adequada para os nematoides; uso mais frequente de solos com textura arenosa ou média; compactação de solo prevalente em solos sob plantio direto; uso de irrigação, que viabiliza até três safras anuais nas áreas com este recurso; desbalanço nutricional; ocorrência simultânea de outros fitonematoides e de outros patógenos como *Fusarium* sp. e *Rhizoctonia solani*, que se aproveitam dos danos às raízes, aumentando a severidade de podridões ou de murchas-vasculares.

O manejo de nematoides-das-lesões-radiculares, para que seja bem sucedido, deverá integrar diversas estratégias e táticas, envolvendo rotação/sucessão de culturas, uso de cultivares e genótipos resistentes ou tolerantes (quando disponíveis), manejo físico e químico do solo (Tihohod, 1997; Castillo; Vovlas, 2007).

A rotação ou sucessão com culturas não hospedeiras, que apesar de se tratar de fitonematoides altamente polífagas, é um método que ainda assim apresenta

bons resultados. Uma opção são plantas antagonistas como algumas espécies de crotalária, que são eficientes, em produzir substâncias com ação nematicidas ou por impedirem o desenvolvimento no interior das plantas de *Pratylenchus* spp. quebrando o seu ciclo de vida reduzindo sua reprodução e multiplicação (Silva; Ferraz; Maia, 1989; Inomoto, 2008).

Nematóides do gênero *Pratylenchus* sp. são considerados parasitas de difícil controle ou manejo. Por esse motivo, deve-se evitar a introdução em locais ainda isentos desses nematóides (Castillo; Vovlas, 2007). No caso do Cerrado, já ocorrem em solos sob a vegetação nativa, porém muitas vezes em níveis populacionais baixos ou até mesmo não detectáveis (Goulart; Monteiro; Ferraz, 2003).

A reprodução dos *Pratylenchus* sp. podem ser por anfimixia quando os machos são abundantes na espécie, partenogênese mitótica ou partenogênese meiótica quando os machos são raros (Luc, 1987; Román; Triantaphyllou, 1969). O ciclo de vida tem duração entre 3 a 6 semanas do período de ovo a ovo, a depender de fatores ambientais como temperatura e umidade. O ciclo compreende o ovo, quatro estádios juvenis de (J1 a J4) e a fase adulta. As fêmeas podem depositar seus ovos no solo, porém é mais comum depositarem no interior dos tecidos vegetais. O juvenil de 1º estágio (J1) ocorre apenas no interior do ovo, onde passa por sua primeira ecdise seguindo ao estágio de J2. Após eclodir, os juvenis de J2 a J4 (que passam por ecdise entre um estágio e outro) e os adultos. Podem infectar a planta em qualquer momento do cultivo da cultura e migrar constantemente no tecido radicular ao parasitar uma raiz, entrando e saindo dela, no entanto, os adultos parecem ser mais eficazes no estabelecimento da infecção (Southwards, 1968; Loof, 1990; Ferraz, 2006)

Os nematóides penetram através da epiderme nos tecidos da planta e, por meio do tecido subepidérmico parenquimático ou do córtex se movendo de uma célula para outra, adentram às paredes celulares. Também, penetram os tecidos corticais de raízes, produzindo cavidades ou túneis, resultando em lesões (Agrios, 2005).

## 2.2 MANEJO DE FITONEMATOIDES

O manejo integrado de pragas é uma alternativa que tem diversos benefícios ao meio ambiente. O uso de táticas de controle, isoladamente ou associadas harmoniosamente, em uma estratégia baseada em análises de custo/benefício, que levam em conta o interesse e/ou o impacto sobre os produtores, sociedade e o ambiente (Kogan, 1998). Ele diminui o uso de defensivos químicos que tem efeito negativo quando utilizado de forma irracional.

O uso incorreto pode causar resistência dos organismos ao defensivo agrícola (Giraldelli, 2018). Em função da demanda da sociedade por práticas agrícolas mais sustentáveis, o uso de moléculas químicas está se tornando inviável devido ao seu elevado custo e toxicidade. Espera-se o desenvolvimento de novas tecnologias em detrimento ao controle químico e entre elas estão o controle biológico e a indução de resistência da planta (Agrios, 2005).

Dentre os organismos antagonistas a nematóides, os mais empregados em agricultura são fungos e/ou bactérias (Stirling, 1991). Uma forma de controle que vem ganhando espaço é o controle biológico. O Brasil é um grande precursor na produção e no uso de produtos biológicos, que usa os inimigos naturais dos patógenos para combatê-los (Embrapa, 2020).

Atualmente, no Brasil, existem 45 bioprodutos disponíveis no mercado registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de *P. brachyurus* (Agrofit, 2023). A maioria dos produtos registrados

são a base de *Bacillus* sp. e *Paecilomyces lilacinus*, tendo alguns a base *Pseudomonas oryzihabitans*, cinco a base de *T. harzianum* e um a base de *Trichoderma endophyticum*.

### **2.3 *Trichoderma* sp.**

O *Trichoderma* pertence ao Reino Fungi, fungos mitospóricos, Divisão Ascomycota, subdivisão Sordariomycetes, classe Hypocreomycetidae, e do filo ascomycota. *Trichoderma* é um fungo filamentoso, de crescimento rápido e que produz colônias de coloração verde. Pode ser encontrado em praticamente todos os tipos de solos, associado às raízes das plantas e à matéria orgânica morta é saprófito e micoparasita é um fungo que se destaca quando o assunto é controle biológico no Brasil (Pomela; Ribeiro, 2009; Carvalho *et al.*, 2014).

Com um crescimento rápido, as espécies do gênero *Trichoderma* sp. conseguem se estabelecer e colonizar as raízes do vegetal, além de antagonizar o crescimento de outros microrganismos nocivos às plantas. O *Trichoderma* sp. tem uma adaptação a solos ácidos e climas temperados, porém produzem estruturas que suportam condições diferentes (Monte; Bettiol; Hermosa, 2019). Ele tem a capacidade de parasitar fungos, produzir metabólitos secundários, usa a competição para o controle biológico e tem ação no crescimento das plantas.

Em relação aos benefícios para as plantas ele consegue aumentar a porcentagem e taxa de germinação de sementes; estimulam as defesas das plantas contra estresses; tornam o fósforo absorvível pelas plantas; auxiliam na aquisição de nutrientes devido ao aumento da expressão de genes relacionados; promovem crescimento pela produção de auxinas e metabólitos que favorecem o desenvolvimento de raízes mais vigorosas e profundas (Steffen *et al.*, 2018) - em função dessa característica, auxiliam na resistência à seca; auxiliam a absorção de nutrientes e desenvolvimento das raízes do sistema radicular; aumentam a superfície de absorção pelas raízes; ajudam no incremento da massa seca, conteúdo de amido e açúcares solúveis, e eficiência fotossintética; interferem positivamente na assimilação de nitrogênio; ativam a resistência sistêmica induzida a partir de fitormônios (Rohrig, 2023)

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 OBTENÇÃO FILTRADOS FÚNGICOS DE ISOLADOS DE *Trichoderma* sp.**

Os isolados de *Trichoderma* pertencentes à Coleção de Fungos do Laboratório de Enzimologia da UFG foram cultivados em placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). Após o crescimento das colônias, discos de 5 mm de diâmetro foram transferidos para frascos de erlenmeyer (500 mL) contendo arroz (*Oryza sativa* L.) parboilizado (55g/frasco) previamente umedecido (60 mL de água destilada) e autoclavado. Os frascos foram mantidos a 25±2°C, com fotoperíodo de 12 horas de luz e escuro, por 7 dias. Após o período de incubação, foram adicionados 150 mL NaCl 0,9% nos frascos, e o conteúdo foi agitado e filtrado com auxílio de gaze, obtendo-se uma suspensão de conídios e metabólitos de *Trichoderma*. As suspensões foram centrifugadas, individualmente, a 10° C e 7.000 g por 10 min. A fase líquida, denominada “filtrado”, foi recolhida e utilizada para o ensaio de mortalidade *in vitro*, a fase sólida (conídios) foi descartada.

### **3.2 OBTENÇÃO DOS NEMATOIDES *Pratylenchus brachyurus***

Para a obtenção do inóculo de *P. brachyurus*, foram feitas extrações juvenis e adultas a partir de raízes de milho infectadas pelo nematoíde, utilizando-se a metodologia descrita Coolen & D'Herde (1972). As raízes coletadas foram lavadas e secas. Em seguida, foram cortadas em tamanhos de 1 a 2 cm e trituradas no liquidificador por 30 segundos com a suspensão sendo vertida em peneira de 100 e 500 mesh sobrepostas, nessa ordem e lavadas em água corrente. O material retido na última peneira foi colocado em tubos Falcon de 50 mL, onde foi adicionado caulim e centrifugado por cinco minutos, a 1800 rpm. O sobrenadante foi eliminado e a solução de sacarose a 45% foi acrescida ao precipitado, que foi ressuspenso. Então, uma nova centrifugação foi realizada, durante um minuto, a 1800 rpm. O sobrenadante foi vertido em peneira de 500 mesh, onde o material vertido foi lavado em água corrente. Este material foi então transferido para tubos de ensaio para subsequente calibração (200 nematóides/ mL)

### **3.3 EFEITO DOS FILTRADOS DE *Trichoderma* NA MORTALIDADE DE *Pratylenchus brachyurus***

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nematologia da Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás (16° 40' 22''S, 49° 15' 19'' W) de altitude 700 m. Para o experimento foram utilizadas a espécie de *P. brachyurus* com o intuito de identificar o índice de mortalidade desses patógenos submetidos a filtrados de *Trichoderma* sp.

Os experimentos *in vitro* foram realizados em duplicata, sendo 10 tratamentos filtrados de 10 isolados de *Trichoderma* (*T. asperellum* T00; *T. harzianum* ALL42; *T. asperelloides* TR356; *T. harzianum* 8404; *T. asperellum* TMA1; *T. harzianum* TGMA7; *T. koningiopsis* TGMA4; *T. asperellum* TQQ; *T. harzianum* TST; *Trichoderma* sp. CGN6-AB103) com 6 repetições. Em tubos de ensaios foram depositados 1 mL contendo 200 espécies do nematóide, em seguida adicionou 2 mL do filtrado de *Trichoderma* sp.

Os tubos foram deixados à temperatura ambiente por 24 h. Após esse período, a suspensão contendo os nematóides e a solução, passou por um processo de lavagem com auxílio de peneira de 500 mesh, e os nematóides retidos na peneira foram novamente recolhidos em tubos de ensaio. Em seguida, foi adicionado 100 ML de solução de hidróxido de sódio (NaOH a 1 mol.L<sup>-1</sup>) e a resposta do J2 ao NaOH foi monitorada com o uso de um microscópio óptico (aumento 40x).

A quantificação dos nematóides vivos e mortos foi feita utilizando a metodologia proposta por Chen & Dickson (2000). Considera-se que os nematóides que se encontrarem retos e imóveis são considerados mortos e os que estiverem curvados ou em movimento são considerados vivos.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 apresenta uma análise comparativa do percentual de mortalidade de nematóides entre o uso dos filtrados de *Trichoderma* e o grupo controle. É evidente que os filtrados tiveram um impacto significativo em comparação com a testemunha. No entanto, destaca-se que apenas duas espécies de *Trichoderma*, nomeadamente o Tratamento com filtrado de *T. Asperellum Tqq*, que registrou uma estimativa média de mortalidade de 54,88%, e o tratamento com *T. Harzianum* 8404, que atingiu 38,30%, demonstraram níveis de mortalidade notavelmente significativos.

Segundo alguns estudos sobre biológicos associados à adubação biológica no biocontrole de *P. brachyurus* na cultura da soja, os pesquisadores Oliveira *et al.*

(2019) observaram que, aos 60 dias após a semeadura (DAS), os tratamentos *T. asperellum*, *B. subtilis*, *P. lilacinum*, *B. subtilis* + *T. asperellum*, *B. subtilis* + *P. lilacinum*, *T. asperellum* + *P. lilacinum*, *B. subtilis* + *T. asperellum* + *P. lilacinum* e abamectina promoveram eficiência no controle do nematóide e ressaltam ainda que, aos 120 DAS, os produtos biológicos apresentaram maior eficiência no controle de *P. brachyurus* que a abamectina.

Embora os tratamentos, como *T. asperelloides* TR356 e *T. harzianum* TGMA7, não tenham apresentado diferenças tão marcantes, eles ainda demonstraram resultados satisfatórios, com taxas de mortalidade de 26,64% e 26,52%, respectivamente. A eficácia dos isolados do fungo no controle de nematóides é respaldada por Bortolini *et al.* (2013), que notaram que o uso de isolados de *T. viride* no tratamento de sementes de soja resultou no controle de *P. brachyurus*.

Além deste, há vários trabalhos com isolados de *Trichoderma* spp., que mostraram o potencial do fungo para o controle de nematóides em várias culturas (Santin, 2014; Mukhtar *et al.*, 2012; Giehl *et al.*, 2015). Por outro lado, os tratamentos com *T. koningiopsis* TGMA4, *Trichoderma* sp. CGN6-AB103, *T. harzianum* ALL42 e *T. asperellum* TMA1 ainda mostraram uma redução menor em relação ao grupo de controle, registrando taxas de mortalidade de 16,57%, 18,03%, 11,96% e 10,16%, respectivamente.

No controle biológico de nematóides, compreender o modo de ação do antagonista utilizado é crucial para facilitar sua aplicação isolada ou em conjunto com outras técnicas de controle. Os fungos do gênero *Trichoderma* demonstram diversos mecanismos para controlar nematóides. Eles incluem a produção de enzimas como quitinases, glucanases, lipases e proteases, associadas ao parasitismo direto de ovos e juvenis de nematóides (Harman, 2000; Spiegel *et al.*, 2005; Sharon *et al.*, 2001). Esses fungos podem modificar os exsudatos radiculares, inibindo a eclosão de juvenis pela falta de estímulos provenientes desses exsudatos (Harman, 2000). Além disso, eles produzem antibióticos, tanto voláteis quanto não voláteis, com ação direta sobre os nematóides. Por fim, são capazes de induzir resistência em plantas (Harman, 2000; Sharon *et al.*, 2001).

**Tabela 1.** Percentuais de mortalidade estimada e de mortalidade relativa in vitro de *P. brachyurus* após 24h de exposição aos filtrados de isolados de *Trichoderma*. Goiânia-GO, 2023.

Tratamentos	Mortalidade média estimada(%)	Mortalidade relativa*
<i>T. asperellum</i> TQQ	82,04 a	54,88
<i>T. harzianum</i> 8404	65,46 ab	38,3
<i>T. asperelloides</i> TR356	53,80 bc	26,64
<i>T. harzianum</i> TGMA7	53,68 bc	26,52
<i>T. koningiopsis</i> TGMA4	43,73 bc	16,57
<i>Trichoderma</i> sp. CGN6-AB103	45,19 bc	18,03
<i>T. harzianum</i> ALL42	39,12 cd	11,96
<i>T. asperellum</i> TMA1	37,32 cde	10,16
<i>T. harzianum</i> TST	26,74 de	-
<i>T. asperellum</i> T00	24,86 e	-
Testemunha	27,16 de	-
cv(%)	5,79	-

**Fonte:** Mortalidade média estimada (%) em uma amostra de 100 J2. \* Mortalidade relativa (% de aumento da mortalidade em relação a testemunha). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si. Tukey (P<0,05; n = 5).

No entanto, é importante observar que os tratamentos com *T. harzianum* TST e *T. asperellum* T00 não apresentaram uma interação significativa com o grupo de controle, demonstrando-se insuficientes como estratégia de controle para o nematóide *Pratylenchus brachyurus*. Mesmo que os isolados não sejam eficientes em promover a mortalidade dos nematóides, trabalhos identificaram a antibiose e o hiperparasitismo direto, que envolvem a produção de substâncias tóxicas, principalmente proteases e quitinases, representam os principais métodos de ação desse fungo contra nematóides (Szabó *et al.*, 2012). Estudos anteriores observaram a mortalidade de nematóides expostos a filtrados de *Trichoderma spp.*, incluindo *M. incognita*, *M. javanica* e *Radopholus similis*, resultando em efeitos nematicidas que atingiram até 100% de mortalidade (Hernandéz, 2003; Sharon *et al.*, 2007; Freitas *et al.*, 2012).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho revelam que o uso dos filtrados de diferentes espécies de *Trichoderma* teve um impacto considerável na taxa de mortalidade de nematóides em comparação com o grupo controle (testemunha). Notavelmente, duas espécies, o tratamento com filtrado de *T. Asperellum* Tqq e *T. Harzianum* 8404, que destacaram-se como eficazes no controle dos nematoides.

Em resumo, esses achados sugerem que a abordagem seletiva no uso de *Trichoderma* pode representar uma promissora linha de pesquisa futura. A investigação detalhada das enzimas produzidas por esses filtrados, que se mostraram eficazes no controle dos nematoides, pode ser um campo de estudo valioso. Além disso, é crucial considerar que algumas espécies de *Trichoderma* podem apresentar maior eficácia do que outras, ressaltando a importância da seleção cuidadosa da espécie e da otimização das condições de aplicação para alcançar o sucesso no controle de nematoides em sistemas agrícolas.

## REFERÊNCIAS

AGRIOS, G.N. Plant Phytopathology. Fifth Edition. **Elsevier Academic Press**. USA. 922p., 2005.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2018. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 05 Maio 2023.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Solos supressivos. In: Michereff, F.; Andrade, D.E.G.T.; Menezes, M. (Eds.) **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco. p.125-152. 2005.

BORTOLINI, G. L.; ARAÚJO, D. V. de.; ZAVISLAK, F. D.; ROMANO JUNIOR, J.; KRAUSE, W. CONTROLE DE *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. **Enciclopédia Biosfera**, Goiania, v. 9, n.17, p. 818-830, 2013.

BROOKS, T. L.; PERRY, V. G. 1967.19. REBOIS, R. V., AND E. J. CAIRNS. **Pathogenicity of *Pratylenchus brachyurus* to Nematodes associated with**

**soybeans in Ala-Citrus.** Plant Dis. Rep. 51: 569-573.1968 Bama, Florida, and Georgia. Plant Dis.

CAMPOS, V. P. Melhoria Genética Visando à Resistência. In: ARANTES, N. E. KIIHL, R. A. S; ALMEIDA, L. A. (Eds.). **O nematoide de cisto da soja: a experiência brasileira.** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1999. p. 105-117

CARVALHO, A. M. de; MIRANDA, J. C. C.; GEROSA, M. L.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q. Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Cerrado. In: LIMA FILHO, O. F. de L.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. C. (Org.). **Adubação Verde E Plantas De Cobertura No Cerrado.** Brasília: Embrapa, v. 02, p. 01-55, 2014.

CASTILLO, P.; VOVLAS, N. **Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae):** Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management. Leiden-Boston: Brill, v. 6, 2007. 529p.

CHEN, S. Y.; DICKSON, D. W. A technique for determining live second-stage juveniles of *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**, v. 32, n. 1, p. 117-121, 2000.

COELHO, Martins, Miranda *et al.* Controle biológico no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes tratamentos na cultura da soja. **Jornal Brasileiro de Biologia**, v. 74, n. 2, p. 1-9, 2014. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/11470/19047>. Acesso em 05 Abr. 2023.

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

CORBETT, D. C.M. *Pratylenchus brachyurus*. C. I. H. **Descriptions of Plant Parasitic Nematodes.**1976.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2014.** Londrina, Embrapa – Soja. 226 p. 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Aspectos Gerais sobre Nematóides das Lesões Radiculares (Gênero *Pratylenchus*).** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212490/1/CBdocument.pdf>. Acesso em: 18 Maio 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Controle Biológico de Pragas da Agricultura.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212490/1/CBdocument.pdf>. Acesso em: 18 Maio 2023.

FERRAZ, Luiz Carlos Camargo Barbosa. O nematóide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v. 15, n. 95, p. 23-27, 2006. Disponível em: 1. Acesso em: 28 nov. 2023.

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. Nematologia de plantas: fundamentos e importância. Manaus: NORMA EDITORA, 2016. 251 p. Il.

FREITAS, M. A.; PEDROSA, E. M. R.; MARIANO, R. L. R.; MARANHÃO, S. R. V. L. Screening *Trichoderma* spp. as potential agents for biocontrol of *Meloidogyne incognita* in sugarcane. **Nematropica**, Auburn, v. 42, n. 1, p. 115-122, 2012.

GIEHL, J.; REINIGER, L. R. S.; FRUET, S. F. T.; SILVA, B. R.; MIRANDA, F. Efeito de *Trichoderma* spp. no cultivo de feijoeiro comum em condições de campo sob estresse por nematoides. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. 01-05, 2015.

GIRALDELI, Ana Lúcia. Tire suas dúvidas sobre soja RR e consiga melhores resultados. **Blog da Aegro**. 28 de novembro de 2018. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/soja-rr/>. Acesso em: 27 Maio 2023.

GODFREY, G.H. A destructive root disease of pineapple and other plants due to *Tylenchus brachyurus* n. sp... **Phytopathology**, v. 19, n. 7, p. 611-629, 1929.

GONZAGA, V. *et al.* Gênero *Pratylenchus*. In: OLIVEIRA, C. M. G.; SANTOS, M. A.; CASTRO, L. H. S. (Org). **Diagnose de fitonematoides**. Campinas: Millennium, 2016. P. 71-98.

GOULART, A. M. C.; MONTEIRO, A. R.; FERRAZ, L. C. C. B. Comunidades de nematoides em cerrado com vegetação original preservada ou substituída por culturas. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 27, n. 2, p. 129-137, 2003.

GOULART. **Aspectos Gerais sobre Nematóides das Lesões Radiculares (Gênero *Pratylenchus*)**. Planaltina DF, 2008. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/30288/1/doc-219.pdf> Acesso: 01 Junho 2023.

HARMAN, G. E. Myths and dogmas of biocontrol – Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**, Iowa, v. 84, p. 377-392, 2000.

HERNÁNDEZ, A. M. **Utilización de hongos endofíticos provenientes de banano orgánico para el control biológico del nemátodo barrenador *Radopholus similis* Cobb, Thorne**. 67f. Tese (Mestrado) Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica, 2003.

INOMOTO, Mario Massayuki. **Importância e manejo de *Pratylenchus brachyurus***. *Plantio Direto*, v. 18, n. 108, p. 4-9, 2008. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001714836>. Acesso em: 28 nov. 2023.

KOGAN, M. Integrated pest management: Historical perspective and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243-270, 1998.

LOOF, P. A. A. **Taxonomic studies on the genus Pratylenchus**. Tijdschr. Plantenziekten, v. 66, n. 1, p. 29-90, 1960.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides de plantas cultivadas**. 9ª ed. São Paulo: Nobel, 1992. 356p.

LUC, M. A reappraisal of Tylenchina (Nemata):7. The Family Pratylenchidae Thorne, 1949. Verhandelingen van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen. **Biologie**, v. 57, p. 203-218, 1987.

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 5 Maio 2023.

MONTE; BETTIOL; HERMOSA. **Trichoderma, uso na agricultura**. Trichoderma e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. Embrapa, DF 2019, cap 4, p 181-183.

MOURA, R. M. O gênero Meloidogyne e a meloidoginose. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 5, p. 281-315, 1997.

MUKHTAR, I.; HANNAN, A.; ATIQ, M.; NAWAZ, A. Impact of Trichoderma species on seed germination in soybean. **Pakistan Journal of Phytopathology**, Faisalabad, v. 24, p. 159-162, 2012.

**Notícias Embrapa**. Portal Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/59784047/o-agro-brasileiro-alimenta-800-milhoes-de-pessoas-diz-estudo-da-embrapa>. Acesso em: 23 Maio 2023.

OLIVEIRA, I. P. **Manejo de Fitonematoides**: o que eu preciso saber? Farmbox, 2018. Disponível em: 3. Acesso em: 10 abr. 2023.

OLIVEIRA, K. C. L.; ARAÚJO, D. V.; MENESES, A. C.; SILVA, J. M.; TAVARES, R. L. C. Biological management of Pratylenchus brachyurus in soybean crops. **Revista Caatinga**. 32(1): 41-51. 2019.

ONU. **População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/83427-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-d-eve-chegar-97-bilh%C3%B5es-de-pessoas-em-2050-diz-relat%C3%B3rio-da-onu>. Acesso em: 05 Maio 2023.

PFENNING, Ludwing; ABREU, Lucas. O gênero *Trichoderma*. In: **Trichoderma, uso na agricultura**. p. 163–165. DF: Embrapa, 2018.

POMELLA, A.W.V.; RIBEIRO, R.T.S. **Controle biológico com Trichoderma em grandes culturas – uma visão empresarial**. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. (Ed.). 2009. Disponível em: 1. Acesso em: 28 nov. 2023.

ROHRIG, Bruna. Controle biológico com *Trichoderma* pode ser uma boa opção para lavoura. **Blog da Aegro**. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/controle-biologico-com-trichoderma/>;. Acesso em: 29 Maio 2023.

ROMAN, J.; HIRSCHMANN, H. Morphology and morphometrics of six species of *Pratylenchus*. **Journal of Nematology**, v. 1, n. 4, p. 363-386, 1969.

SANTIN, R. de C. M. **Potencial do uso dos fungos Trichoderma spp. e Paecilomyces lilacinus no biocontrole de Meloidogyne incognita em Phaseolus vulgaris**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SANTOS, P. S. **A importância dos fitonematoides**. Agrolink: Instituto Phytus, 2014. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/a-importancia-dos-fitonematoides\\_387275.html](https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/a-importancia-dos-fitonematoides_387275.html) Acesso em: 13 Abr. 2023.

SHARON, E.; BAR-EYAL, M.; CHET, I.; HERRERA-ESTRELLA, A.; SPIEGEL. Y. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 91, p. 687-693, 2001.

SHARON, E.; CHET, I.; VITERBO, A.; BAR-EYAL, M.; NAGAN, H.; SAMUELS, G. J.; SPIEGEL. Y. Parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* and role of the gelatinous matrix. **European Journal of Plant Pathology**, Utrecht, v. 118, p. 247-258, 2007.

SHER, S. A.; ALLEN, M. W. Revision of the genus *Pratylenchus* (Nematoda: Tylenchidae). **University of California publications in zoology**, v. 57, n. 6, p. 441-470, 1953.

SILVA, G.S., FERRAZ, S. & MAIA, J.M. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zeae*. **Nematologia Brasileira**, v. 13, p. 81-86, 1989. Disponível em: 4. Acesso em: 28 nov. 2023.

SOUSA. **Nematoide das Lesões Radiculares (*Pratylenchus* spp.) no Cerrado Brasileiro com Ênfase nos Danos Causados à Cultura do Arroz**. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/34827/1/2018\\_RaianyLimadeSousa.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/34827/1/2018_RaianyLimadeSousa.pdf). Acesso em 19 Maio 2023.

SOUTHARDS, C.J. The influence of the stage of development of lesion nematodes on population dynamics and subsequent host response. **Nematologica, Leiden**, v.14,p.15-16,1968.

STEFFEN, *et al.* Trichoderma controla fitonematoides e aumenta produtividade da soja. **Rev Campos e negócios**, Ribeirão Preto, p 18- 21, 2018. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201804/12095822-uso-de-trichoderma-na-agricultura.pdf>. Acesso em: 25 Maio 2023.

STIRLING, G.R. **Biological control of plant-parasitic nematodes**. Wallingford, UK, CAB International, 1991, 282 pp.

SYNGENTA. **Levantamento inédito prevê prejuízo potencial de até R\$ 870 bilhões em menos de 10 anos com danos causados por nematoides**. 2022. Disponível em: <https://www.syngenta.com.br/press-release/institucional/levantamento-inedito-preve-prejuizo-potencial-de-ate-r-870-bilhoes-em>. Acesso em 19 Maio 2023.

SZABÓ, M.; CSEPREGI, K.; GÁLBER, M.; VIRÁNYT, F.; FEKETE, C. **Control plantparasitic nematodes with Trichoderma species and nematode-trapping fungi: the role of chi18-5 and chi18-12 genes in nematode egg-parasitism**. *Biological Control, Texas*, v. 63, n. 2, p. 121-128, 2012.

TIHOHOD, D. **Guia prático identificação de fitonematoides**. Jaboticabal: FCAV: FAPESP, 1997. 246p.

TARJAN, A. C.; FREDERICK, J. J. Intraspecific morphological variation among populations of *Pratylenchus brachyurus* and *P. coffeae*. **Journal of Nematology**, v. 10, n. 2, p. 152-160, 1978.

**Vista do Controle biológico no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes tratamentos na cultura da soja**. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/11470/19047>. Acesso em 05 Abr. 2023.